GÜÇLÜ TİTREŞİMLER Barry Parker

# GÜÇLÜ TİTREŞİMLER

## Müziğin Fiziği

Barry Parker



TÜBİTAK

POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

# Güçlü Titreşimler

## Müziğin Fiziği

Barry Parker



TÜBİTAK
POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

*TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları 725*

**Güçlü Titreşimler - Müziğin Fiziği**
**Good Vibrations: The Physics of Music**
Barry Parker

Çeviri: Cenk Güray - Mahmut Sözer
Redaksiyon: Serkan Göktaş
Tashih: Sinan Onuş
Türkçe Metnin Bilimsel Danışmanı: Doç. Dr. Cihan Işıkhan



*TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları'nın seçimi ve değerlendirilmesi*
*TÜBİTAK Kitaplar Yayın Danışma Kurulu tarafından yapılmaktadır.*

ISBN 978 - 975 - 403 - 986 - 3
Yayıncı Sertifika No: 15368

1. Basım Eylül 2015 (5000 adet)

Genel Yayın Yönetmeni: Özkan Keneş
Mali Koordinatör: Kemal Tan
Telif İşleri Sorumlusu: Sibel Nuran Karaman

Yayıma Hazırlayan: Umut Hasdemir
Sanat Yönetmeni: Elnârâ Ahmetzâde
Sayfa Düzeni: Arda Azmuş
Basım İzleme: Yılmaz Özben

TÜBİTAK
Kitaplar Müdürlüğü
Akay Caddesi No: 6 Bakanlıklar Ankara
Tel: (312) 298 96 61 Faks: (312) 428 32 40
e-posta: kitap@tubitak.gov.tr
www.kitap.tubitak.gov.tr
esatis.tubitak.gov.tr

Semih Ofset Matbaacılık San. ve Tic. Ltd. Şti.
Büyük Sanayi 1. Cad. No: 74 İskitler Ankara
Tel: (312) 341 40 75 Faks: (312) 341 98 98 Sertifika No: 12613

# Güçlü Titreşimler

## Müziğin Fiziği

Barry Parker

Çeviri

Cenk Güray - Mahmut Sözer

TÜBİTAK POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

# İçindekiler

Teşekkür

Bu eserin hazırlanma sürecinde tavsiyelerini ve yardımlarını benden esirgemeyen Trevor Lipscombe'a minnettarım. Carolyn Moyer'e dikkatle gerçekleştirdiği editörlük görevinden ve tüm Johns Hopkins Yayınevi çalışanlarına da bu projeyi sonuçlandırmadaki gayretlerinden dolayı teşekkür ederim. Çizimleri ustalıkla hayata geçiren teknik ressamımız Lori Beer'a da teşekkür ederim. Son olarak, fotoğrafların elde edilmesindeki yardımlarından dolayı Mike's Music of Pocatello'ya teşekkürlerimi sunarım.

# Giriş

Bazı insanlar, fizik ve müzik konularının arasında ışık yılları kadar uzaklık olduğunu düşünürler. Tabii ki müziğin sesle ilgili olması ve sesin fiziğin bir dalı olması, bu iki konuyu birbiriyle ilişkilendirir ancak bu alanlar başka bir noktadan da bağlantılıdır. Bu nokta ise iki alanın da büyük ölçüde yaratıcılık içermesidir. Fizikteki önemli ilerlemeler genelde bir kişinin kafasındaki düşüncelerden kaynaklanır. Einstein'ın bizlere izafiyet teorisini, Heisenberg ve Schrodinger'in kuantum teorisini sağlamaları bu şekilde olmuştur. Aynı şekilde, Beethoven bize muhteşem senfoniler verirken, Chopin ise bir dizi güzel piyano eserini üretmiştir. Dolayısıyla hem fizik hem de müzik, insan aklının ürünleridir. Her ne kadar fizik bazı kişilere zor ve karmaşık matematik işlemlerini hatırlatsa da birçokları için de zevkli ve eğlenceli bir alandır. İnsanların büyük kısmının müziği sevdiği aşikârdır. Bu yüzden her iki alanın da sıkı takipçilerinin olduğunu söyleyebiliriz.

Bu noktada karşımıza bu kitabın kimin için yazıldığı sorusu çıkıyor. İnanıyorum ki bu eser, müziğin arkasında yatan bilimsel temel ile ilgili bilgilerini arttırmak isteyen müzisyenlerin ve aynı za-

manda müzik aşığı olan fizik öğrencilerinin ve fizik severlerin ilgisini çekecektir. (Bundan eminim çünkü ben de onlardan biriyim.) Fakat bu kitabı kaleme alırken özellikle bir konuyu dikkate almam gerektiğinin bilincindeyim: İnsanların müzik zevkleri geniş bir yelpazeye yayılmıştır. Bazı insanlar klasik müziği sever ve rock müzikten nefret ederken; bazıları da tam tersi rock müziği sevip klasik müzikten nefret edebilirler. Bu nedenle bir orta yol bulmaya çalıştım. Ben, tüm müzik türlerini anlatıyorum; hatta tüm müzik türlerini inceleyen bir bölüm de kaleme aldım. Korkarım bu konu ile ilgili elimden gelen tek şey bu. Umarım bu yaklaşım okuyucuların çoğunu memnun eder.

## Müziğin Kısa Bir Tanımı

İsterseniz öncelikle "Müzik nedir?" sorusunu irdeleyerek başlayalım. Bu soru tuhaf karşılanabilir, zira herkes müziğin ne olduğunu bilir. Fakat aslında zannettiğinizden daha fazlası söz konusudur. Üstelik bu soru üzerinde düşünmek, müzik ile fizik arasındaki ilişkiyi daha derinlemesine anlamanıza yardımcı olabilir.

Öncelikle müziğin sözlük tanımı ile başlayalım: Müzik, "seslerin biçimsel güzelliğini ve duygusal ifadesini birleştirme sanatıdır" veya "dinleyicilerde estetik bir tepki uyandırmayı amaçlayan uyumlu bir ses sıralaması üretebilecek şekilde ses perdelerini tasarlayabilme sanatıdır." Her iki tanım da bize, müziğin ne olduğuyla ilgili oldukça iyi bir fikir vermekle beraber, meselenin özüne tam olarak inememektedir. Aslında müziği bütünüyle ve tatminkâr bir şekilde tarif etmek çok zordur. Müziğin bir sanat olduğunu ve kendisini dinleyen hemen herkeste duygusal bir tepkiyi harekete geçirdiğini biliyoruz. Güzel pasajlar tüylerinizi diken diken ederken, kötü örnekler ise iğrenme ve nefret duyguları uyandırabilir. Aslında yaşınız ne olursa olsun, müziğin hemen herkeste bir tepkiyi harekete geçirdiği söylenebilir. Bebekler bile müziğe tepki gösterir: Ağlayan bir bebek, annesi kendisine ninni söylediği zaman hemen rahatlayacaktır. Hatta insan beyni müziğe tepki verecek bir şekilde programlanmış gibi görünmektedir. Birçok araştırma, mü-

zik (özellikle müzik icrası) ile beynin en derin çalışma süreçleri arasında bir bağlantı olduğunu göstermektedir. Müzik beğenimizi, beynimizin sağ tarafının oluşturduğu bilinse de araştırmalar müziğin beynin pek çok farklı noktasını da ilgilendirdiğini ortaya koymaktadır. Örneğin müziğin dil gelişimi açısından önemli olduğunu biliyoruz ve diğer bir ilginç husus da bir biçimde matematiksel yeteneği de geliştiren bir yanı olmasıdır. Bu yüzden asli eğlendirici özelliğinin yanında müziğin başka etkileri de mevcuttur.

Aklınıza şöyle bir soru gelebilir: Müziği farklı kılan özellikler nelerdir? Bu sorunun dört cevabı olduğu söylenebilir. Öncelikle müzik, seslerden meydana gelir ve bu seslerin belli bir frekansı veya perdesi vardır. Diğer bir deyişle bazı sesler tiz, bazı sesler ise pestir. İkinci olarak da müziğin her notanın uzunluğuna bağlı olarak farklılaşan bir ritmi vardır. Temel olarak ritim müziğin kalp atışlarıdır ve bu kalp atışları genellikle düzenlidir (ayaklarınızla tempo tuttuğunuz işte bu ritimdir). Üçüncü olarak müzik, yeğinlik açısından farklılık gösterebilir. Yani ses yüksek veya alçak olabileceği gibi, ikisi arasında bir yerde de olabilir ancak hemen her durumda mutlaka belli ölçüde değişkenlik gösterir. Son olarak müziğin, kitabın ilerleyen kısımlarında ayrıntılı olarak tartışılacak bir de niteliği vardır. Bu niteliğe *tını* ismi verilir. Bir anlamda müziği ilgi çekici yapan unsur, bu tınıdır ancak bu kavram en kolay şu şekilde tanımlanabilir: Tını, hepsinde aynı ezgiyi çalsanız dahi çeşitli çalgıları birbirinden ayırabilmeyi sağlayan özelliktir. Tını, aynı zamanda bir sesin diğer bir sesten farklı olmasını sağlayan kavramdır.

Diğer bir ilginç soru da şu olabilir: Müzik nerede başlamıştır? Müzik öylesine basittir ki en erken dönem insanlarının bile bir çeşit müziğe sahip oldukları ya da en azından ritimlerden haberdar oldukları konusunda pek şüphe yoktur. Bu insanlar, ilkel davullara vurarak ya da monoton bir şekilde sesleri tekrarlıyor olabilirlerdi fakat bu da bir tür müzikti. Yazılı en eski müzik örneği Mezopotamya'da (günümüz Irak toprakları) keşfedilmiştir ve tarihi M.Ö. 1500 yılı civarına kadar uzanır.

## Pisagor ve Müziksel Diziler

Bildiğimiz anlamda müziğin ortaya çıkabilmesi için birbirine "bağlı", yani birbirleriyle memnuniyet verici bir ilişki içinde olan bir sıra sese ihtiyaç duyarız. Böylesi bir sıra sesi, dizi olarak adlandırıyoruz. Daha basit bir deyişle dizi, birbirleriyle ilişki içinde olan özel bir notalar kümesidir.

Söz konusu dizilerin ilki, Güney İtalya'daki Croton şehrinde geliştirilmişti. M.Ö. 539 yılı civarında Yunan düşünür Pisagor, Croton'da bir okul kurmuştu. Pek çok kişi Pisagor'u üçgenin kenarları ile ilgili ünlü formülü ile tanır ancak kendisinin başarıları bununla sınırlı değildir. Pisagor'un seslere çok güçlü bir ilgisi vardı fakat bu ilginin ana sebebi bu seslerin güzellikleri değil, onların sayılar ve matematik ile olan ilgisiydi. Çok bilinen bir hikâyeye göre Pisagor bir gün bir demirci dükkânının yanından geçerken, demircinin çekicinin örse vururken çıkardığı sesi duymuştu. Bir süre durup dinledi ve sonra demircinin örse daha güçlü vurması halinde sesin teknik özelliklerinde bir değişim olup olmayacağını merak etti. Bunun üzerine dükkâna girerek demirciden örse farklı güç seviyelerinde vurmasını rica etti. Pisagor hayretle darbenin gücünün, sesin tonunu değiştirmediğini gördü. Bu konuda etkin olan tek faktör, çekicin ağırlığıydı. Kafası karışmış bir halde eve dönüp, konuyu derinlemesine araştırmaya başladı. Günümüzde *tektel* (monochord) diye isimlendirdiğimiz aleti yaptı *(Şekil 1)*. Bu alet, içi boş bir kutunun üzerine gerilmiş tek bir telden oluşuyordu. Tel, aletin iki yanındaki iki kamadan destek alıyordu. Pisagor büyük ihtimalle telin iki ucuna değişik ağırlıklarda kütleler bağlamıştı fakat biz, kolaylık olması için telin bir ucunun sabitlendiğini diğer ucunun ise teli germek için kullanılabilecek bir vidaya bağlandığını varsayacağız. Tele vurduğu zaman belli bir ses çıkıyordu ve teli gerdiği zaman çıkan ses değişiyordu. Biliyoruz ki bir tel gerildiği zaman çıkan sesin perdesi yükselir ancak Pisagor'un ses perdesi ile ilgili bir bilgisi yoktu ama yine de aynı gerginlik altındaki daha kısa bir telin perdesinin değişeceğini (perdenin yükseleceğini) keşfedebilmişti.



**Şekil 1.** Pisagor'un tekteli.

Bunun ardından çeşitli deneyler yapmaya başladı. Ana ilgi alanı, seslerin frekansları arasındaki oranlardı. Dolayısıyla değişik sesleri karşılaştırmaya başladı. Bunu iki farklı sesi aynı anda ya da hemen birbiri ardına seslendirerek gerçekleştirebilirsiniz. Pisagor'un ilk deneyi, bütün teli titreştirerek bir ses üretme ve bu sesi *şekil 2*'de görülebileceği gibi telin tam orta noktasına bir eşik koyduktan sonra çıkan ses ile karşılaştırmaktan oluşuyordu. Pisagor, bu iki sesin birleşiminin hoş bir tını verdiğini görmüştü. İki sesin oranı 2/1'di (telin orijinal uzunluğunun yarı uzunluğu ile bölündüğü zaman ortaya çıkan oran). Bu örnekte iki ses arasında ortaya çıkan *aralık* bir oktavdır ve daha sonra göreceğimiz gibi oktav müziğin temel birimlerinden biridir. Örneğin, piyanodaki notalar (ya da sesler) oktavlar halinde gruplanmıştır ve bir oktavdaki belli bir nota ondan bir oktav üsttekiyle aynıdır (fakat farklı bir perdededir).

Pisagor, ikinci deneyde ise teli bir tarafından toplam uzunluğun üçte birine denk gelecek bir noktadan bölünmüş ve bu uzunluktaki telden çıkan ses ile tüm telden çıkan sesi karşılaştırmıştır (toplam telin uzunluğunun 2/3'üne denk gelen uzunluktaki bir teli titreştirmiştir) *(Şekil 3)*. Bir kez daha iki sesin de birlikte çalındığı zaman memnuniyet verici bir tını çıkardıklarını fark etmişti. Biliyoruz ki bu iki sesin arasında, piyanonun orta kısmındaki Do ile üstündeki Sol sesinin aynı anda veya arka arkaya seslendirilmesi durumunda ortaya çıkabileceği gibi, bir *tam beşli* aralığı mevcuttur. Telde, söz konusu bölünmeden sonra kalan kısa kısmın (1/3'lük bölüm) titreştirilmesi sonucunda da hem orijinal tel



**Şekil 2.** Orta noktasından bölünmüş tektel. Bölünmemiş tam tel de görülmektedir.



**Şekil 3.** Üçte-birlik boyda bölünmüş tektel.

boyundan hem de 2/3'lük bölümden çıkan sesler ile uyumlu bir tını ortaya çıkacaktır. Bu ses, piyanodaki alttaki Sol'ün bir oktav yukarıdaki Sol sesini temsil eder. Yakında göreceğimiz gibi, tam beşli aralığı müzikte son derece önemli bir rol oynamaktadır.

Pisagor, bir sonraki deneyde de 2/3 L uzunluğundaki tel ile (L orijinal telin uzunluğudur) 1/2 L uzunluğundaki tellerden çıkan sesleri karşılaştırarak birlikte uyumlu bir tını çıkardıklarını fark etmiştir. Biz bu aralığı *tam dörtlü* olarak biliyoruz. Piyanoda bu aralık orta Do ile onun hemen üstündeki Fa arasındaki aralıktır. Tüm bu deneylerden Pisagor 1, 2, 3 ve 4 tam sayılarının uyumlu sesleri oluşturmada önemli bir rol üstlendiğini anlamıştır. Pisagor muhtemelen Do ve Mi arasında 5/4 oranı ile oluşan aralığın da uyumlu olduğunu keşfetmiş olmalıdır. Dolayısıyla bu kuralı 1 ve 5 arasındaki tam sayılara uygulanabilecek şekilde genişletebilmemiz mümkündür.

Pisagor'un keşfettiği *oranları* 1'den başlamak üzere tekrar yazdığımızda 1/1, 5/4, 4/3, 3/2, 2/1 sıralamasını görürüz. Bu oranların ondalık sayılardaki karşılıkları ise 1.000, 1.250, 1.333, 1.500, 2.000'dir. Bu sayılar dört önemli müziksel aralığı, sırasıyla majör üçlü, tam dörtlü, tam beşli ve oktavı temsil etmektedir. Bu aralıklardan Pisagor, *pentatonik dizi* adını verdiği bir müzik dizisi çıkarmaya muvaffak olmuştu. 'Eşit Yedirimli Dizi' kısmında dizilerin nasıl oluştuğunu daha detaylı bir şekilde inceleyeceğiz ve özellikle pentatonik dizinin bugün kullandığımız 8 sesli diziyi oluşturabilmek için nasıl kullanılabileceğini göreceğiz.

## Bu Kitabın İçeriği

Elinizdeki kitabın içeriğini bu bölümde kısaca özetlemek istiyoruz. Müzik nihayetinde sesten ibarettir. Ses ise bir tür dalgadır. Dolayısıyla bu kitabın I. bölümü ses ve sesin dalgalarla ilişkisi ile ilgilidir.

'Müzik Yapmak: Ses Nasıl Oluşur?'da sesin dalga hareketiyle ve buna karşılık dalga hareketinin basit harmonik hareket olarak ifade edilen olgu ile nasıl ilişki kurduğunu göreceğiz. Diğer yandan iki tür dalga olduğunu ve sesin, bu dalga tiplerinden birinin aracılığıyla nasıl üretildiğini tespit edeceğiz. Bunun yanında daha önce belirttiğim gibi, sesin en önemli özelliklerinden biri de gürlük ya da yeğinliktir ve bu kısımda desibel ölçeği olarak da adlandırılabilecek bir ses şiddeti tablosu vereceğim.

'Müziğin Sesi: Algı' kısmında müziği nasıl işittiğimize eğileceğiz. Bu bölümde, kulağın bölümlerinin yanı sıra perdeyi nasıl tanıdığımız ve gürlüğü nasıl ayırt ettiğimize dair bir tartışma da mevcuttur. Bölüm işitme kayıplarına dair bir tartışma ile bitmektedir.

'İyi Titreşimler: Hareket Halindeki Dalgalar'da özellikle dalgaların değişik tipteki sınırlara çarptığı zaman nasıl sonuçların ortaya çıkabileceğini ele alacağız. Bu durumda meydana gelen iki olgu, yansıma ve kırılmadır. Bu bölümde bunların sesin ortaya çıkmasında nasıl bir önem arz ettiklerini göreceğiz. Yine diğer bir önemli olguyu, girişimi de irdeleyeceğiz. Son olarak müzikte merkezi bir önem içeren duran dalga adlı dalga tipini inceleyeceğiz.

II. bölümde ise müziğin kendisine odaklanacağız. Bu bölümde, önceki bölümlerde öğrendiğimiz bilgileri müziğe uyarlamaya çalışacağız. Özellikle doğuşkanlar ve tını üzerinde çalışacağız. Çeşitli titreşimsel modlar ele alınırken, harmonik analiz olarak adlandırılan konu da tartışılacaktır.

Okumakta olduğunuz giriş kısmında, müziğin odağında yer alan ses dizisi konusunu anlatmış bulunuyorum. Bu konuya, 'Eşit Yedirimli Dizi'de tekrar dönüp Pisagor dizisi, diyatonik dizi, tampere dizi, majör ve minör dizileri ayrıntılı bir şekilde inceleyeceğiz. Aynı zamanda günümüz müzisyenlerinin özellikle ilgisini çeken iki dizi olan pentatonik ve blues dizilerinden de bahsedeceğiz.

Ses dizileri ile yakın bir ilişki içinde olan akorlar ve akor dizileri 'Ezgi Altına Serilen Akorlar ve Akor Yürüyüşleri'nde ele alınacak. Bu kısımda, pek çok farklı akor türünü detaylı bir şekilde incelerken aynı zamanda önemli bir müzisyenlik becerisi olan akorları kullanarak bir ezgiyi doldurma yollarını da açıklayacağım. Bunun yanında akor dizileri ve beşliler çemberi gibi başka konulara da eğileceğiz.

'Ritmin Olmalı: Ritim ve Müziğin Türleri'nde ise ritim konusuna geri dönerek rock and roll'dan blues'a, new age'den pop ve klasik müziğe kadar müzik türlerinin önemli bir kısmını gözden geçireceğiz. Bu bölümün müzik türlerinin zengin çeşitliliği ile ilgili size iyi bir fikir vereceğini düşünüyorum.

Çalgılar elbette müzikte temel bir yere sahiptir ve III. bölümde çalgılarla ilgili bir inceleme yapıp, her birinin dayandığı fizik temellerine inmeye çalışacağız. 'Piyano Neden Klavsen Değildir?'de başlangıcından bu yana piyanonun izini sürerken, özellikle Christophori'nin konuyla ilgili önemli katkılarına eğileceğiz. Bunun yanında piyano yapımına, değişik tellerin oynadığı rollere ve son olarak piyanonun nasıl akort edildiğine yakından bakacağız.

Diğer bir önemli telli çalgı da kemandır. 'Telli Çalgılar: Keman ve Gitar ile Müzik Yapmak'da diğer telli çalgıların yanı sıra hem gitar hem keman ile ilgili konuşacağız. Keman yapım sanatı önemli bir iştir ve bunu kemanların en ünlüsü üzerinden anlatacağım: Stradivarius. Ayrıca kemanın temel fiziksel özellikleri ile bazı ünlü keman virtüözlerini ele alacağız. Bu bölüm muhtemelen Amerika'daki en popüler çalgı olan (şüphesiz ki tahmin edersiniz) gitar ile ilgili bir tartışma ile bitmektedir.

'Bakır Üflemeliler: Trompet ve Trombon' ve 'Ağaç Üflemeliler: Klarnet ve Saksafon' kısımları bakır üflemeli çalgıları –özellikle trompet ve trombon– ve ağaç üflemelileri (özellikle klarnet ve saksafonu) kapsar. Bu iki kısımda her çalgının dayandığı temel fiziksel ilkeleri incelerken, ayrıca bu çalgılarda ön plana çıkan bazı icracılar da konu edilecektir.

Çalgıların en önemlilerinden biri ise bizim genellikle bir çalgı olarak değerlendirmediğimiz insan sesidir. İnsan sesi pek çok mü-

zik türünün temelinde yer alır. 'En Yetenekli Çalgı: İnsan Sesi'nde şarkı söylemenin tarihi ile başlayıp, sonrasında şarkı söyleme sesini çıkarmamıza yardımcı olan akciğerler ve ses telleri gibi anatomik bileşenlerimizi ele alacağız. Bu kısımdaki diğer konular ise fonetik, rezonatörler ve şarkı söylemede formant. Son olarak da geçtiğimiz birkaç on yılın ünlü şarkıcılarının bazılarından bahsedeceğiz.

Son birkaç yılda (daha doğrusu birkaç on yılda) müzik çok ciddi bir değişim gösterdi. Bunun altında yatan temel sebep elektronik çalgıların özellikle sentezleyicilerin devreye girmesi olarak görülebilir. IV. bölümde, 'Elektronik Müzik' kısmında bu konu ile ilgili konuşacağız. Sentezleyiciyi inceleyecek ve müzikte devrim yaratan dijital teknolojinin müziğe girmesinden bahsedeceğiz. Bunun yanında yine müziği önemli ölçüde değiştiren ve değişik elektronik çalgıların birbirleriyle iletişim kurmasını sağlayan MIDI (Müzik Çalgıları için Dijital Arayüz) sistemini de tanıtacağım. Bu kısım, modern müziğin vazgeçilmez iki unsuru olan mikrofon ve hoparlörler ile son bulacak.

MIDI günümüz müziğinde o kadar önemli bir rol oynamaktadır ki daha derinlemesine bir incelemeyi hak etmektedir ve bu konuyu da 'MIDI Kayıt Yapmak'ta ele alacağız. Bu sistem, müziği kaydedebilmek için dizicilerin kullanımını esas almaktadır. Ben özellikle günümüzde yaygın olarak kullanılan yazılım yaklaşımı üzerinde duracağım. Son yıllarda elektronik kayıt endüstrisi özellikle ses örnekleyicilerin, ses örneklerinin ve sanal çalgıların devreye girmesi ile bir patlama yaşıyor. Bu unsurlar aslında müzik kaydını öyle belirgin bir biçimde değiştirdi ki müzik sektöründe neredeyse herkes bunları kullanıyor. Ayrıca aranje ve kayıt için merkezi bir işlevi olan miks sürecini ve yansışım gibi bazı ses efektlerini de tartışacağım.

'Konser Salonlarının ve Stüdyoların Akustiği' kısmında hem konser salonlarının hem de daha ufak stüdyoların akustiğine eğiliyoruz. Göreceğimiz gibi Harvard'dan Wallace Sabine, bu bilim alanını yüzyılın başı itibarıyla neredeyse tek başına geliştirmiştir.

Bir konser salonunun akustiği açısından en önemli özellik yansışım zamanıdır (işitilmez oluncaya kadar geçen süre). Bu değerin bir konser salonu için önemini incelemenin yanı sıra size bu değerin nasıl hesaplanacağını da göstereceğim. Ayrıca amatörler veya profesyoneller tarafından kurulup "ev stüdyosu" olarak tanımlanan ve müzik endüstrisindeki rolü gittikçe önem kazanan küçük stüdyoları da ele alacağız.

'Son Söz'de ise müzik endüstrisinde önemi gittikçe artan iPod'ları kısaca tartışacağım.

## Müzik Notasyonu

Kitap boyunca müziği ifade etmek için müzik notasyonu kullanıyorum. Herkesin bu konuya aşina olmayabileceğini varsayarak, aşağıda aydınlatıcı kısa bir özet sunmak istiyorum. Müzik notasyonuna zaten aşinaysanız, elbette bu bölümü atlayabilirsiniz.

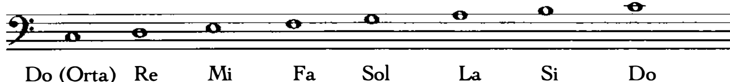
'Eşit Yedirimli Dizi'de müzik dizisini detaylı bir biçimde ele alıyorum. Burada ise sadece kısa bir tanıtım sunmakla yetineceğim. Bu doğrultuda konuyu piyano üzerinden açıklamak uygun olacaktır ancak anlattığım her şey elbette ki öteki çalgılar için de geçerlidir. Piyano üzerinde *Şekil 4*'te görüldüğü şekilde notalar mevcuttur. Burada işaret edilen Do klavyenin orta kısmında yer aldığı için genelde *orta Do* diye adlandırılır. Siyah tuşlar diyez ve bemollerdir. Herhangi bir notanın, örneğin Sol sesinin solundaki siyah tuş Sol-bemol sesini (Sol ♭ diye yazılır), sağındaki siyah tuş ise Sol-diyez sesini (Sol # diye gösterilir) gösterir. Daha genel olarak, bir di-

**Şekil 4.** Orta Do'dan daha tiz kısımdaki notaları gösteren örnek piyano klavyesi. İki oktavlık bir kısım gösterilmektedir.

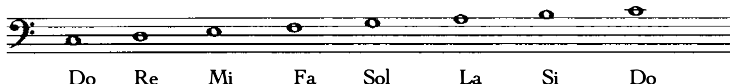
yez tuşu önündeki notanın yarım ses tiz tarafındaki sesi verirken bir bemol tuşu da arkasından gelen notanın yarım ses pes tarafındaki sesi verir. Dolayısıyla pratikte piyanodaki siyah veya beyaz bir tuş, bir komşu tuşun diyez veya bemolü olarak da görülebilir.

Bu notaları görselleştirmek için nota yazısı ya da müzik yazısı denilen yapıya ihtiyacımız vardır. Notalar beş paralel çizgiden oluşan ve *dizek* olarak isimlendirilen bir yapı içine yerleştirilir. Dizekteki her bir çizgi veya boşluk, piyanodaki (ya da herhangi bir çalgıdaki) bir notayı temsil eder. Esasında biri sağ el (tiz) biri de sol el (bas) için olmak üzere iki ayrı dizek mevcuttur.

Tiz (𝄞 işareti, tiz için anahtardır) için notalarımız:

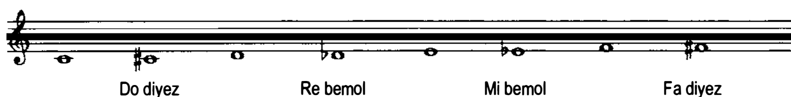



Bu örnekteki sesler birlik ya da tam notalardan oluşmaktadır fakat aslında çok değişik nota değerleri mevcuttur. (Bunları aşağıda ele alacağım.)




Sol el veya bas (𝄢 işareti, bas için anahtardır) için notalarımız:

Piyano'nun siyah tuşlarını (diyez ve bemolleri) ise dizek üzerinde şöyle gösterebiliriz (tiz için):



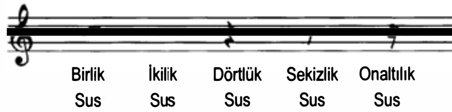

Bu gösterim temel olarak bas için de aynıdır.

Yukarıda yazdığım tam değerli notaların dışında değişik değerlerde notalar olduğunu da ifade etmiştim. Bu değişik değerlere sahip notalar müziğin zamanlama boyutunu ifade eder. Müzik çeşitli zaman birimlerinde yazılır: 4/4 ya da ölçü başına 4 vuruş yerleşecek şekilde (fox trot'da olduğu gibi), 3/4 veya ölçü başına 3 vu-

ruş yerleşecek şekilde (valste olduğu gibi) vb. Birlik nota 4 vuruşluk bir değere eşitken, ikilik nota 2 vuruşa eşittir. Diğer tipteki notalar için zaman değerleri aşağıda verilmiştir.




Nota yazımında görülen başka bir işaret de *sus* işaretleridir. Sus işaretleri hiçbir notanın çalınmaması gereken yerleri gösterirler. Sus işaretleri aşağıdaki gibi tasarlanmıştır:




Bunun yanında bazen de notalar arasında bir bağ görürsünüz. Bu bağ, ilk notanın ikincisinin de zamanını alarak çalınmaya devam etmesinin gerektiğini (ikincisinin çalınmasına gerek duyulmadan) gösterir.



Son olarak tüm kitap boyunca klavye üzerinde yer alan çeşitli oktavlara değineceğim. Oktav, bir nota ile tiz tarafındaki aynı veya eşdeğer nota arasındaki aralıktır (örneğin orta Do'dan bu notanın 12 nota üstündeki Do'ya) ve bu oktavlar arasındaki ayrım önemlidir. Bu ayrımı yaparken en alt oktavı $Do_1$ ile $Si_1$ arasındaki aralık (piyanodaki en bas karakterli Do sesi ile bu sesin tiz tarafında rastlanan Si sesi arasındaki aralık), bir sonrakini $Do_2$ ve $Si_2$ arasındaki aralık olarak adlandırıp, aynı mantıkla diğer oktavları da sınıflandırabiliriz. Bu anlayış doğrultusunda orta Do, $Do_4$ olarak adlandırılmaktadır.

Tabii ki müzik hakkında söylenebilecek daha çok şey var ancak bu yorumlar, sonraki sayfalarda okuyacağınız müzik ile ilgili kısımların anlaşılabilmesi için yeterli olacaktır.

# 1

# Ses ve Ses Dalgaları

# Müzik Yapmak

## Ses Nasıl Oluşur?

Müzik sestir ancak çok özel tipte bir sestir. Sanırım herkes bu fikre katılacaktır. Bu bölümde sesin nasıl oluştuğundan ve sesin müziğe dönüşebilmesi için hangi özelliklere sahip olması gerektiğinden bahsedeceğiz. Öncelikle sesi tanımlayarak başlayalım. Ses, titreşen bir cisim tarafından yaratılan bir dalga olarak tarif edilebilir. Bu cisim diyapozon, insan sesi, siren veya çalgı gibi pek çok değişik biçimde karşımıza çıkabilir. Ses yaratıldıktan sonra kaynağından çıkıp bir ortam içinden –genellikle havadan– geçerek bir alıcı tarafından algılanabildiği bir noktaya doğru yayılır. En yaygın alıcı ise tabii ki kulaklarımızdır.

Öncelikli ilgi alanımız müzik adı verilen ses formu olduğu için bunu işittiğimiz diğer seslerden ayırt etmemiz gerek. Peki, müziği farklı yapan nedir? Müziği tanımlayabilmek için pek çok yol vardır. En basiti müziğin organize edilmiş sesler olarak tanımlanmasıdır. Bunun yanında müziği sıradan gürültülerden ayırabilen başka bir özellik de müziğin içindeki titreşimlerin diğer seslerin aksine daha düzenli olması, kısacası ani değişiklikler içermemesidir. Son olarak da müziksel sesler çoğu zaman hoş ve işitilmesinden keyif alınan seslerdir.

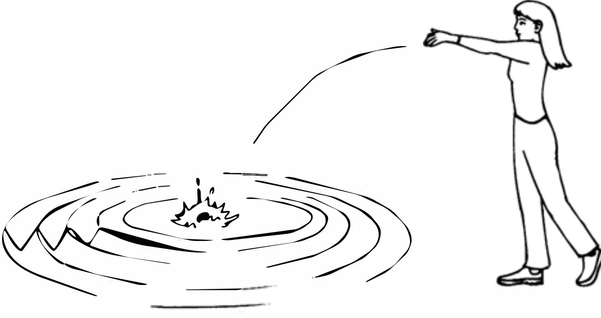
İlk tanımımıza bakacak olursak, müzik organize edilmiş seslerdir. Dolayısıyla gelin nasıl organize edildiğine bakalım. Müziğin notalar, ritimler, parçalar ve ölçülerden meydana geldiğini ve genel bir biçimi olduğunu görüyoruz. Tüm bu unsurlar, müziğin organizasyonu için yardımcı olur. Müziğin başka önemli bir yönü de ezgidir. Ezgi, bir müzik örneğini birkaç defa dinledikten sonra ıslıkla çaldığımız veya mırıldandığımız nağme olarak da anlatılabilir. Genelde bu ezgi, bir müzik eserinde birkaç defa tekrarlanmakta ve bu tekrar özelliği onun, organize olmasına da yardımcı olmaktadır.

Müziğin en basit formu, herhangi bir diyapozdan elde edilebilecek saf bir sesten oluşur. Saf sesler müziğe temel teşkil etmelerine rağmen, ileride göreceğimiz gibi böyle sesler çok sık duyulmaz. Hatta yalnız saf seslerden bestelenen müzikler pek de ilginç olmayabilir.

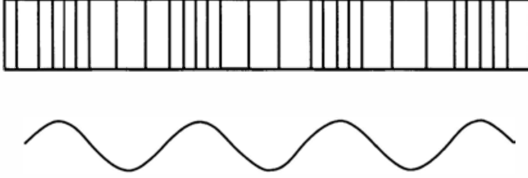
Dolayısıyla müzik, bir ezgiye sahip organize edilmiş bir gürültüdür ve ritmik kalıplar ile değişik saf ses çeşitlerinden oluşur. Bu, tabii ki gayet mekanik bir tanımdır ve müziğin esasında ne olduğunu ve ne yaptığını anlatmaktan uzaktır. Herkesin bilebileceği gibi müziğin en önemli rolü, duyguları yansıtmasıdır ve bunu iyi yapar. Müziğin hepimizi etkilediğine hiç şüphe yoktur. Müzik bazen neşeyi aktarırken bazen de tüylerimizi ürpertir ve hatta bizi ağlatabilir. Müziğin neden insanlar üzerinde böylesine büyük bir gücü vardır? Bu kitapta ele alacağımız başlıca sorulardan biri budur.

## Dalgaların Hareketi

Sesle ilgili öğrendiğimiz ilk şeylerden biri, sesin bir dalga olduğudur. Bu, sesle ilgili çalışmalarımızın dalga üzerindeki çalışmalara yoğunlaşacağı anlamına geliyor. Peki, dalga tam olarak nedir? Çevremiz doğal olarak dalgalarla çevrilmiştir; günlük hayatımızda çok değişik tipte dalgalarla karşılaşırız. Çevremizde ses dalgalarının dışında, radyo ve TV dalgaları ile su dalgaları, mikrodalga fırınlarımızdaki dalgalar ve deprem dalgaları mevcuttur. Her durumda bu dalgalar bir çeşit titreşim hareketi ile oluşurlar.

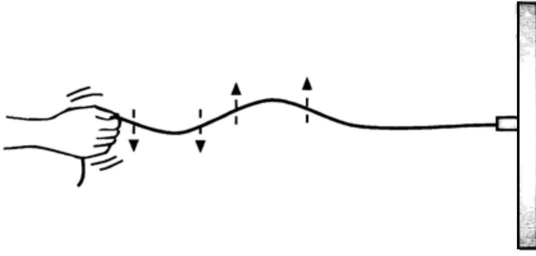


**Şekil 5.** Göle taş atarak dalgalar oluşturan kız.



**Şekil 6.** Şekil 5'deki dalgaların tepeleri ve çukurları gösteren kesiti.

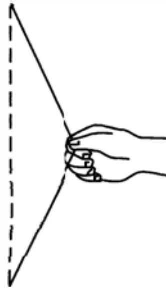
En bilinen dalgalardan biri su dalgasıdır. Dolayısıyla tartışmamıza böyle bir dalgayı inceleyerek başlayabiliriz. Diyelim ki bir gölet kıyısında otururken suya bir taş attınız. Ne görürsünüz? Taş suya çarptığı zaman, *şekil 5*'te de görülebildiği gibi, taşın suya çarptığı noktadan çıkarak dışa doğru yayılan birbiri içine geçmiş bir dizi çember oluşur. Bu çemberleri daha dikkatli incelediğinizde her birinin tepelerden ve çukurlardan oluştuğunu görürüz. Tepelerin uç noktaları, suyun hiçbir tepenin oluşmadığı durumdaki seviyesinden daha yüksekken, çukurların dip noktaları ise suyun hiçbir çukurun oluşmadığı durumdaki seviyesinden daha alçaktır *(Şekil 6)*. Bu dalgalar, taşın su ile temas ettiği noktadan dışa doğru belli bir hızda yayılırlar ve bu yayılım suyun gerçekten hareket eder gibi görünmesini sağlar. Esasında bir dalga tepesinin veya çukurunun yakınlarında belli bir hareket vardır ancak bu devinim sadece küçük bir miktardaki dairesel hareketten kaynaklanmaktadır. Su, bütün olarak ilerlemez. Sadece dalga, suyun *içinden* geçmektedir.



**Şekil 7.** Bir dalga oluşturmak için ipin sallanması.

Eğer oluşan bu dalgaların bir kesitini alabilmeniz mümkün olursa –başka bir deyişle bu yapıyı kaynağından dış tarafa doğru keserseniz– bir seri tepe ve çukurdan oluşan kıvrımlı bir çizgi elde edersiniz. Bu kıvrımlı çizgiyi temsil eden eğriye, trigonometrik sinüs fonksiyonunun eğrisine olan kusursuz benzerliğinden dolayı sinüs eğrisi denmektedir.

Bu tip bir eğriyi daha iyi anlayabilmek için bir örneğini oluşturup, özelliklerini yakından incelemek gerekecektir. Bunu gerçekleştirebilmenin en iyi yolu bir kapı koluna ya da herhangi başka bir çıkıntıya ip bağlayıp, bu ipe yukarı doğru ani bir titreşim vermektir. O anda tek bir dalgaya (tepe ve çukur) benzer bir darbe ellerimizden çıkıp kapı koluna doğru yol alacaktır *(Şekil 7)*. Ancak, esas istediğimiz bir seri dalganın oluşabilmesidir. Bunu yapmak için ellerimizi aşağı yukarı titreştirmeye devam etmeli ve eğer



**Şekil 8.** Bir tel yan tarafa doğru çekilip bırakıldığı zaman, basit harmonik hareket ortaya çıkar.

darbeler arası aralıkların eşit olmasını istiyorsak bu hareketi aynı biçimde ve düzenli aralıklarla yapmamız gerekir. Böylesi bir hareket eşit zaman aralıklı dalgalara sebebiyet verecek ve ipin görüntüsü aynı sudaki dalgalardan alınan kesit gibi olacaktır.

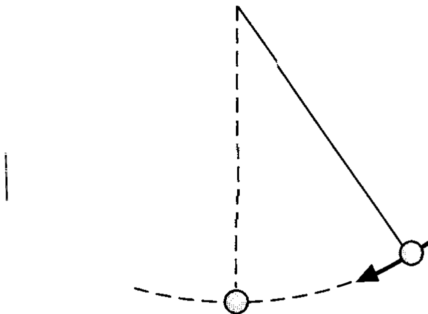
Bu durumdan çıkarılacak en net sonuç, dalgaların oluşabilmesi için titreşim hareketine ihtiyaç duyulduğudur. Gerçi müzik alanında *basit harmonik hareket* denilen özel bir hareket tipinin oluşabilmesi önemlidir. Basit harmonik hareket, hareket eden cismin üzerine tatbik edilen kuvvetin, cismin denge durumuna göre ortaya çıkan yer değişimi ile doğru orantılı olduğu tipteki bir hareketi temsil eder. Bunun, Hooke kanununa uyduğu söylenir.

Gergin bir tel, örneğin yan tarafa çekilip bırakılan gitar teli, basit harmonik harekete tabi olan cisimler için güzel bir örnektir. Teli ne kadar geri çekersek, telin denge durumuna dönebilmesi için gerekecek güç de o kadar fazla olacaktır. Dolayısıyla bu durum, Hooke kanununa uyum göstermektedir. *Şekil 8*'de görüldüğü üzere teli sağ tarafa çekip bırakırsak, geri çağırıcı kuvvet tele denge pozisyonuna doğru bir ivme kazandıracaktır. Bu yüzden tel, işaret edilen yöne doğru gittikçe hızlanarak hareket eder. Şüphesiz otomobilinizden dolayı ivme kavramına aşina olmalısınız. Hızı düzenleyebilmek ya da arttırıp değiştirebilmek için ivmeye ihtiyaç duyarsınız; dolayısıyla ivme *hızdaki değişimdir.*

Tel, denge durumuna geldikçe (şekilde düz çizgi ile gösterilen durum), bu durum ile arasındaki yer değişimi ve geri çağırıcı kuvvetin miktarı azalır. Fakat ivmeyi esas sağlayan yapı geri çağırıcı kuvvettir ve bu durum Newton'un ikinci hareket kanunu (ivme kuvvet ile doğru orantılıdır) olarak bilinir. Dolayısıyla tel, denge durumuna yaklaştıkça daha hızlı hareket eder ama aynı zamanda kuvvet azaldığından ivmenin kendisi de azalmaktadır. En son aşamayı teşkil eden denge durumunda ise geri çağırıcı kuvvet sıfırdır ve ivme kuvvet ile doğru orantılı olduğundan ivme de sıfırdır. Telin üzerinde hiçbir kuvvet olmadığı zaman, telin hareketine son vereceği düşünülebilir ancak tam tersi söz konusudur. Aslında tel, en fazla hızına denge durumundan geçerken ulaşır. Peki,

tel neden durmaz? Bunun sebebi *eylemsizliktir.* Eylemsizlik, ivme kazanan bir araca her bindiğinizde hissettiğiniz şeydir. Basitçe anlatmak gerekirse eylemsizlik, hareketteki değişime karşı oluşan dirençtir. Bir cisim aksini yapmaya zorlanmadığı müddetçe ya hareketsiz kalacak ya da hareket edecektir. Bir kuvvetin uygulanması cisme hareket verip ivme kazanmasını sağlayacaktır ancak bunun gerçekleşebilmesi için kuvvetin cismin eylemsizliğini aşması gerekir. Aynı şekilde düzenli hareket halindeki bir cisim de aksine zorlanmadığı takdirde bu hareketini değiştirmeyecektir ve denge durumunu geçtiği anda bizim telimiz üzerinde de uygulanan hiçbir kuvvet bulunmamaktadır. Fakat ne zaman ki tel denge durumunu geçer, o zaman geri çağırıcı kuvvet tekrar devreye girer ancak bu sefer ters yönde etkinlik gösterir. Bu kuvvetin şiddeti telin denge durumu ile arasında oluşan yer değişimi ile doğru orantılı olduğundan, tel hareket ettikçe kuvvet artacaktır. Elbette ki bu kuvvetle beraber bir ivme de ortaya çıkmaktadır ancak bu sefer bu ivme, ters yönde olduğundan yavaşlama olarak da adlandırılabilir.

Tel, sola doğru hareket etmeye devam ettikçe, geri çağırıcı kuvvet artmaya devam eder ve sonuç olarak ortaya çıkan yavaşlamanın neticesinde telin hızı azalarak sıfır seviyesine ulaşır. Telin bu anda denge durumunun soluna olan mesafesi, harekete başladığı anda denge durumunun sağına olan mesafesi ile aynıdır. Tam da bu noktada geri çağırıcı kuvvet yine yön değiştirir ve tekrar denge durumuna dönmeye yönlendirilir. Dolayısıyla tel şimdi de bu



**Şekil 9.** Bir basit sarkaç.

yönde hızlanmaya başlar ve önceki gibi, denge durumundan en yüksek hız ile geçerek sağ tarafta harekete başladığı pozisyona geri döner. Eğer telin üzerinde hiçbir hava direnci veya sürtünmesi olmasaydı bu süreç sonsuza kadar devam edebilirdi. Fakat gerçek hayatta belli bir oranda sürtünme her şartta mevcuttur ve sonuç olarak titreşimler gittikçe sönerek en sonunda tamamıyla kaybolur.

Basit harmonik hareketin gayet karmaşık olduğu açıktır. Bunun sebebi, hareket eden cismin hızının ve dolayısıyla ivmesinin sürekli değişim göstermesidir ama yine de değişimler her zaman yumuşaktır. Dolayısıyla ani hareketler ortaya çıkmaz.

Yana doğru çekildiğinde basit harmonik hareket yapan yegâne cisimler gerilmiş teller değildir. Sarkaçlar da bu özelliğe sahiptir *(Şekil 9)*. Galileo 1583'te bir katedralde otururken avizelerin ileri geri salındığını fark eder. Hepsi aynı uzunluktadır ancak salınım mesafeleri aynı değildir. Denge pozisyonundan alınan mesafeye *genlik* (titreşim genliği) adı verilir. Galileo, genliklerini göz önüne almaksızın, tüm avizelerin aynı zaman aralığında ileri ve geri hareket eder göründüklerini fark etmişti (bu zaman dilimine periyot diyoruz). Galileo avizelerin zamanlamalarını ölçmek için nabzından istifade etmiş ve bu yolla salınım periyotlarının aynı olduğundan emin olmuştur.

Bu keşiften büyülenen Galileo, evine döndüğü zaman sarkaçların hareketlerini daha detaylı incelemeye karar verdi. Bir telin ucuna çekül bağlayarak denemeler yapmaya başladı. İlk fark ettiği şey salınım periyodunun çekülün ağırlığına değil de sarkacın uzunluğuna bağlı olmasıydı. Aslında bu periyot, uzunluğun karekökü ile ilgiliydi. Bu, şu anlama geliyordu: Eğer sarkaç otuz santim uzunluğunda ise ve bir saniyelik bir periyot ile sallanıyorsa, altmış santimlik bir sarkaç $\sqrt{2}$ saniyelik bir salınım devrine, yüz yirmi santim uzunluğundaki bir sarkaç ise $\sqrt{4}$ saniyelik bir salınım devrine sahip olmalıydı.

Şimdi hareketi, gergin teli incelediğimiz gibi inceleyelim. Çekül, kenara çekildiği zaman bir geri çağırıcı kuvvet onu da etkiler fakat

bu durumda çekül denge konumuna dönerken bir yay çizer. En uç durumunda ise denge pozisyonuna göre en yüksek seviyeye çıkar. Bu yüzden, serbest bırakıldığı zaman yerçekimi onu, etkisi altına alarak kavisli bir yay yönünde geri çeker. Fakat bu durumda yer çekimin yegâne güç olmadığı da ortadadır. Telin üzerinde kendisini yukarı doğru çeken bir güç de vardır. Bu nedenle geri çağırıcı kuvvete sebebiyet veren yerçekimi telin yukarı doğru çekilmesiyle dengelenmeyen tek bileşendir.

Yerçekimi kuvveti çekül ilk bırakıldığında en yüksek seviyede olduğundan, ivme de bu noktada en üst seviyededir. Fakat çekül düştükçe hem yerçekimi kuvveti hem de ivme azalır. Fakat ivmeden dolayı çekülün hızı artar ve tel dikey konuma geldiğinde en yüksek seviyeye çıkar. Bu durumda dengelenmeyen hiçbir kuvvet olmamasına rağmen çekül, eylemsizlikten dolayı salınımını sürdürür. Bu pozisyonun aksi yönünde ise kuvvet, çekülü geri çeker ve yavaşlamasını sağlar. Beklenildiği üzere dikey düzleme hemen hemen aynı mesafede bir noktada durur. Bu pozisyonda da yerçekimi kuvveti tekrar etkisini gösterir ve çekül tekrar aşağıdaki denge durumuna doğru (dikey konum) hareket eder. Çekül, bu hareketi defalarca tekrarlar ve yerçekiminin etkisi olmasaydı bu tekrarlar sonsuza kadar devam ederdi.

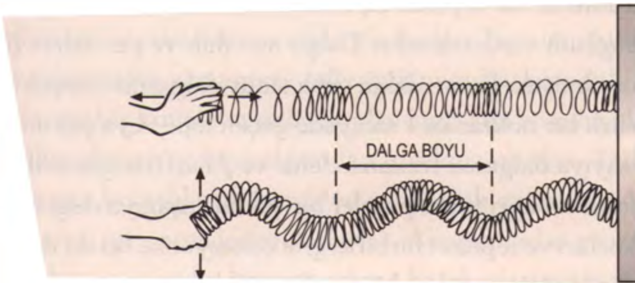
Bu hareketin bir telin çekildiği zamanki harekete çok benzer olduğunu görmek çok kolaydır. Esasında her ikisi de basit harmonik hareketlerdir.

## Dalga Çeşitleri

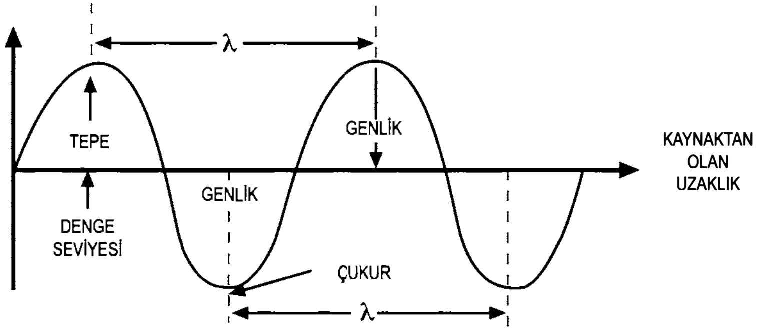
Dalga hareketinin temeli, basit harmonik harekettir. Bu olayı örneklemenin bir yolu, kapı koluna bağlanmış ipimize geri dönmektir. Söz konusu örnekte ipten aşağı yöne doğru hareket eden eşit aralıklı darbeleri üretebildiğimizi ve bu darbelerin yapısının suda gördüğümüz dalgaların kesitlerine benzerliğine tanıklık ettik. Bu dalgayı incelediğimizde, içeriğinin *tepe ve çukurlardan* oluştuğunu görürüz. Buradaki tepeler, ipin olağan denge pozisyonunun üzerinde (sıkıca çekilerek gerildiği zaman) yer değiştirdiği

durumları simgelerken, çukurlar ise denge pozisyonunun altında yaratılan vadileri gösterir. Tabii ki ip üzerinde denge pozisyonundan sapma yapmayan yerler de vardır. Bunlara *düğüm* adı verilir. Bu dalga tipine, *enine dalga* adı verilir. Bir keman veya piyano telinde teşhis edilebilen dalgalar böylesi dalgalardır. Bu dalga tipinde ipin hareketi, dalganın hareketine dik konumdadır. Aslında bu, enine dalganın temel bir özelliğidir.

Doğada önemli olan başka bir dalga türü daha vardır. Bu dalganın nasıl oluştuğunu görebilmek için bir helezon kullanmanın faydası vardır. Eminim ki bu oyuncağa aşinasınızdır ve muhtemelen çocukken böyle bir oyuncakla oynamışsınızdır. Söz konusu oyuncak kolayca esnetilebilen kesintisiz bir metal veya plastik bobindir. Eğer helezonunuzu bir kapı koluna bağlayıp düz bir biçimde (ya da olabildiğince düz bir biçimde) çeker ve helezonun ucuna bir darbe uygularsanız, aynı ip örneğinde olduğu gibi kapı koluna doğru hareket eden bir dalgayı teşhis edersiniz. Fakat bu dalga, ipin üzerinde oluşandan farklıdır *(Şekil 10).* Ortaya, helezon üzerindeki sargıların ileri geri hareketleriyle oluşan karmaşık bir hareket çıkmaktadır. İlk sargı, sizin uyguladığınız darbe ile yer değiştirince, ikinci sargıyı iterek denge durumundan uzaklaştırır. Bu hareket, üçüncü sargıda da bir çekme ya da itme hareketi oluşturarak, o sargının da denge durumunu kaybetmesini sağlar ve süreç böylece devam eder. Sonuç, helezonun aşağı tarafına doğru hareket eden bir karmaşık harekettir. Bu karmaşık hareket, bu sefer dalganın hareket ettiği yöndedir. Dolayısıyla bu yönüyle enine dalga-




**Şekil 10.** Dalgaları gösterebilmek için helezon kullanılması. Hem enine hem de boyuna dalgalar görülmektedir.




**Şekil 11.** Genlik ve dalga boyu (λ) gösterimi.

dan farklıdır ama pek çok noktada bu dalga yukarıda bahsettiğimiz enine dalga ile benzerlik gösterir. Söz konusu dalgaya *boyuna dalga* adı verilir. Bu dalganın müzikte çok önemli olduğunu göreceğiz.

Enine dalgadan başlamak üzere her iki dalgayı da detaylı inceleyelim. Bu dalganın tepe ve çukurlar dâhilinde düzenli olarak kendini tekrar eden bir şekle sahip olduğunu gördük. Bu dalga, trigonometrideki sinüs fonksiyonuyla benzerliğinden dolayı sinüs dalgası olarak adlandırılır. Sinüs dalgasında yapının küçük bir kesitinin sürekli olarak tekrar edildiği görülür. Bu tekrar edilen uzunluk (bir noktadan bir sonraki benzer noktaya kadar) dalganın *dalga boyu* olarak görülür ve Yunan harfi küçük lamda- λ ile gösterilir. Dalga boyu, bir tepenin uç noktasından bir sonraki tepenin uç noktasına, bir çukurun dip noktasından bir sonraki çukurun dip noktasına veya herhangi iki eşdeğer nokta arasında ölçülebilir. Yine aynı şekilde denge durumu ile bir tepenin uç noktası arasındaki mesafeye de dalganın *genliği* adı verilmektedir. Dalga uzunluk ve genlikleri *Şekil 11*'de gösterilmiştir. Enine dalga veya sinüs dalgasının başka bir özelliği de belirli bir noktadan 1 saniyede geçen tepe veya çukur sayısıdır ki bu *sayıya dalganın* frekansı denir ve *f* harfiyle gösterilir.

Eğer iki dalga iki ayrı ipten paralel bir şekilde aşağıya doğru süzülürken çukurları ve tepeleri birbirleriyle çakışıyorsa, bu iki dalganın *aynı fazda* olduğunu söyleyebiliriz. Eğer çukurlar ve tepeler çakışmıyorsa bu iki dalga *ters fazdadır.* Daha da ileri giderek bu dal-

galaların ne kadar ters fazda olduğunu da tanımlayabiliriz. Örneğin, bir dalganın tepesi başka bir dalganın çukuru ile örtüşüyorsa bu iki dalganın yarım dalga boyu kadar ters fazda olduğunu söyleyebiliriz.

Şimdi helezon yayda tespit ettiğimiz boyuna dalgalara geri dönelim. Dalgayı gözden geçirdiğimiz zaman, yayın üzerinde bobinler arasındaki mesafenin normalden daha dar olduğu bölgeler ile karşılaşırız. Bu bölgelere, *sıkışma bölgeleri* denir. Bunun yanında bobinler arasındaki mesafenin normalden daha fazla olduğu bölgelere de rastlarız ki bu bölgelere de *gevşeme bölgeleri* denir. Sıkışma ve gevşeme bölgeleri, enine dalgalardaki tepe ve çukur bölgelerle eşdeğerdir. Bu yüzden aynı şekilde boyuna dalgalar için de bir sıkışma ve gevşeme arasındaki mesafeye göre (veya başka eşdeğer noktalara göre) belirlenen bir dalga boyu mevcuttur. Buna ek olarak denge noktasında kalan bölgelere düğüm bölgeleri ve belirli bir noktadan 1 saniyede geçen sıkışma (veya gevşeme) sayısına dalganın frekansı denir.

## Ses

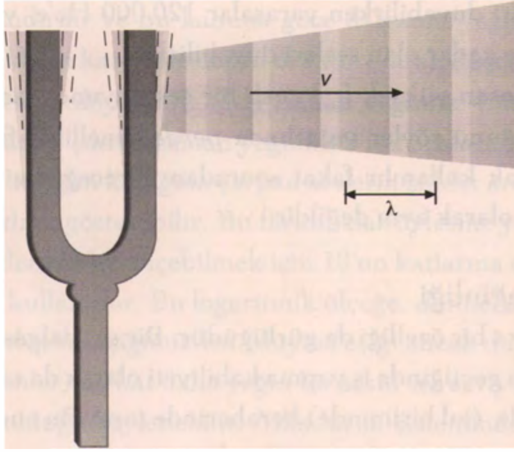
Daha önce gördüğümüz gibi ses, bir ortam içinde bir noktadan bir noktaya hareket eden, titreşimli bir cisim tarafından yaratılan bir dalgadır. Ses dalgasını aktaran ortam genellikle havadır ancak su veya çelik gibi pek çok değişik ortam da ses dalgalarını aktarabilir. Fakat artık enine ve boyuna olmak üzere iki çeşit dalga olduğunu biliyoruz. Peki, ses hangisidir? Eğer havanın içinden ilerleyen bir ses dalgasını göz önüne alırsanız, bu dalganın boyuna bir dalga olması gerekir. Bir ses dalgası havanın içinden, hava moleküllerinin hareketlerinin etkisiyle ilerler. Konuştuğunuz veya şarkı söylediğiniz zaman ses telleriniz yanı başlarındaki hava moleküllerine bir kuvvet uygularlar. Bu kuvvetin sonucu olarak da moleküller denge pozisyonlarından ayrılmış olurlar. Daha sonra sırayla yan komşularını iterek veya çekerek onlarında da denge durumlarını terk etmelerini sağlarlar. Alıcıya kadar geçen tüm mesafede devam eden bu itme ve çekme hareketleri, yayın üzerinde hareket eden dalgalara benzer.

Ses dalgaları, içinde ilerleyebilecekleri hava gibi bir ortama ihtiyaç duyarlar ve bu yüzden mekanik dalgalar olarak isimlendirilirler. Ayrıca hareket etmek için herhangi bir ortama ihtiyaç duymayan mekanik olmayan dalgalar da mevcuttur. Bu tip dalgalara elektromanyetik dalgalar denir ve ileride göreceğimiz üzere müzikte önemli bir rol oynarlar. Radyo dalgası böylesi dalgalar için güzel bir örnektir.

## Ses Dalgalarının Özellikleri

Diyapazon, tek bir frekansa sahip ses dalgası üreten bir alettir. Diyapazonun dişleri ileri ve geri hareket ederken çevrelerindeki hava moleküllerini de iterler. Dişlerin ileri doğru hareketleri, molekülleri birbirlerine doğru iterek bir sıkışma yaratırken, diş geri döndüğü anda bir gevşeme oluşur. Diyapazonun yanına açık bir boru yerleştirirsek, sıkışma ve gevşemeler *Şekil 12*'de görüldüğü gibi oluşacaktır. Bu dalga daha önce bahsettiğimiz boyuna dalgalar ile benzer özelliklere sahiptir. Boruda arka arkaya meydana gelen iki sıkışma (veya gevşeme) arasındaki mesafe, ses dalgasının dalga uzunluğudur. Diyapazonlar belirli bir frekansta titreşebilmeleri için yapılmıştır. Bu yüzden, eğer bir diyapazon orta Do sesini verecek bir şekilde ayarlandıysa saniyede 256 defa titreşecektir. Dolayısıyla borudan geçen boyuna dalgaların da frekansları 256 titreşim/saniye olacaktır.

Bu boruyu incelemenin başka bir yolu da içindeki her noktada hava basıncını ölçebilmektir. Bir sıkışma anında bu basınç, normalden (denge basıncından) yüksek ve her gevşeme noktasında ise normalden düşük olacaktır. Aslında boru için basıncın zamana göre değişimini gösteren bir grafik de çizebilmek mümkündür. Böylesi bir çizim *Şekil 6*'da gösterilmiştir ve bu şeklin bir enine dalgaya, başka bir deyişle sinüs eğrisine benzediğini söylemek kolaylıkla mümkündür. Bu örnek enine ve boyuna dalgalar arasındaki yakın ilişkiyi göstermesi adına önemlidir. Tabii ki bu sözler söz konusu bu iki dalga tipinin aynı olduğunu söylemek için sarf edilmemiştir. Zira bu dalgalar görünür bir şekilde birbirlerinden farklıdır.




Şekil 12: Bir diyapazon, havada boyuna dalgalar oluşturuyor.

Bir ses dalgasının, bir noktadan geçen sıkışma sayısından ibaret olan belirli bir frekansı olduğunu görmüştük. Yıllar boyu bu frekans değerini titreşim/saniye birimi ile tanımladık ancak şimdi Hertz (Hz) adı verilen ve 1 biriminin 1 titreşim/saniye'ye eşit olduğu bir değer kullanıyoruz. Dolayısıyla yukarıda diyapazondan çıktığı anlatılan ses, 256 Hz'lik titreşim değerine sahiptir.

Sesin diğer bir önemli özelliği de *periyot* değeridir. Periyot, bir sıkışma veya gevşemenin arka arkaya gelen eşdeğer iki nokta arasında hareket etmesi için geçen zamanı ifade eden bir değişkendir. Periyot ve frekans arasında şöyle bir ilişki vardır: frekans =1/periyot Yani frekans, periyot değerinin tersidir.

İşitilebilir ses, gayet geniş bir frekans aralığını kaplar. İnsan kulağı 20 Hz ile 20.000 Hz arasındaki sesleri algılamaya muktedirdir. Bu sınırların altında kalan frekans değerlerine sahip seslere *sesaltı* ve bu sınırların üzerinde kalan seslere ise *sesüstü* adı verilir. İşitilebilir frekansların üst sınırları insanlar için ciddi değişkenlik gösterebilir. Örneğin yaşlandıkça üst eşik değerlerinizin düşmesiyle 20.000 Hz'e yakın sesleri duyamaz hale gelirsiniz. Hayvanlar genellikle insanlardan daha geniş bir aralıktaki sesleri işitebilirler. Örneğin, köpekler 50 Hz'ten 45.000 Hz'e kadar değişen frekans-

lardaki sesleri duyabilirken yarasalar 120.000 Hz'e, yunuslar ise 200.000 Hz'e kadar olan sesleri duyabilirler.

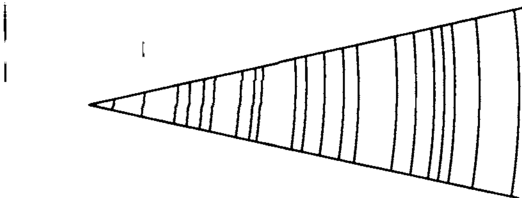
Pek çok insan yüksek frekanslı bir ses duyunca, sesin yüksek *perdeli* olduğunu söyler ve aslında *perde* genellikle frekansla eş anlamlı olarak kullanılır fakat sonradan göreceğimiz gibi bu iki kavram tam olarak aynı değildir.

## Sesin Yeğinliği

Sesin başka bir özelliği de gürlüğüdür. Bir ses dalgası, hava gibi bir ortamdan geçtiğinde iş yapma kabiliyeti olarak da tanımlanabilen enerjiyi de (jul biriminde) beraberinde taşır. Bu enerji, ortama dalgayı yaratan titreşimler aracılığıyla taşınır. Süreç ise titreşimin genliğine dayanır: Genlik arttıkça hem enerji hem de gürlük artar. Örneğin, bir gitar teli ne kadar fazla yan tarafa çekilirse genliği ve sesin gürlüğü de o denli büyür.

Gürlük, *yeğinlik* denilen ve bir ortamın belli bir alanından birim zamanda geçen enerji miktarı olarak tanımlanan bir nicelikle ilişkilidir. Birim zaman başına düşen enerji, güç olarak adlandırılırken birim alana düşen güç de yeğinlik olarak adlandırılır. Gücün birimi watt olduğundan, yeğinliğin birimi de watt/metre$^2$ (W/m$^2$) olur.

Bir ses dalgası bir ortamda yayıldığı zaman yeğinliği azalır. Bu durumu *Şekil 13*'teki çizime bakarak gözlemlemek kolaydır. Burada dalga, dışarı doğru açıldıkça aynı enerji miktarı 1m, 2m ve 3m'lik alanlara yayılmaya başlar. Bu yayılımın her anında alan büyürken, enerji miktarı aynı kaldığından dolayı birim alana düşen enerji miktarı azalmaktadır. Buradaki ilişki, ters kare kanunu



Şekil 13. Bir dalganın dışa doğru yayılması.

olarak adlandırılır ve bu kanuna göre dalganın yeğinliği, kaynağa olan uzaklığın karesi ile doğru orantılı olarak düşer. Bu yüzden örneğin, mesafe ikiye katlandığı zaman yeğinlik 4 kat azalırken; uzaklık 3 katına çıktığı zaman yeğinlik 9 kat azalacaktır.

İnsanın her gün kulağına çarpan seslerin şiddet aralıkları ciddi şekilde farklılık gösterebilir. Bu farklılıklar öylesine yüksek olabilir ki fizikçiler şiddeti ölçebilmek için 10'un katlarına dayalı bir ölçek sistemi kullanırlar. Bu logaritmik ölçeğe, *desibel ölçeği* adı verilir. Bizim duyma eşiğimizden (duyma eşiği ancak duyabildiğimiz bir sesi betimler) 10 kat daha yeğin bir sesin ses seviyesinin 10 desibel (dB) olduğu söylenebilir. Mks birim sisteminde (metre, kilogram ve saniye) ise bu değer $10^{-12}$ W/m$^2$ olarak tanımlanır. Aynı şekilde duyma eşiğimizden 10 x 10 = 100 kat daha güçlü bir sesin yeğinliği 20dB'dir (veya $10^{-11}$ W/m$^2$ ). Dolayısıyla 10dB'lik bir ses eşiğin $10^1$ katı, 20 dB'lik bir ses eşiğin $10^2$ katı, 30 dB'lik bir ses ise eşiğin $10^3$ katı olarak tanımlanabilir. Tablo 1'de sıklıkla rastlanan bazı seslerin yeğinlikleri verilmiştir.

Sesin yeğinliği hassas bir biçimde ölçülebilen bir özellik olup, gürlükle açıkça bağlantılı olsa da iki kavram tam olarak aynı değildir. Bir sesin gürlüğü aslında pek çok etkene dayanır. Her insan belli bir yeğinlikteki sesi aynı gürlükte duymayabilir. Örneğin, daha yaşlı insanlar belli bir yeğinlikteki sesi, gençler kadar gür işitmezler. Bununla beraber sesin frekansının da bir etkisi vardır. Aynı yeğinlikteki farklı frekansların gürlükleri farklı algılanmaktadır.

**Tablo 1.** Bazı sık rastlanan seslerin yeğinlik seviyeleri.

| **Ses** | **Yeğinlik Seviyesi (dB)** |
|---|---|
| Yaprakların hışırdaması | 10 |
| Sıradan bir oturma odası (arka plan sesi) | 40 |
| Normal konuşma | 60 |
| Büyük bir şehrin caddelerindeki trafik | 80 |
| Büyük orkestra (orta yükseklikte çalarken) | 95 |
| Fabrika zemini | 100 |
| İşitme acısı verebilecek alt eşik değeri | 120 |
| Jet uçağının havalanması | 140 |
| Kulak zarının delinmesi | 160 |

## Sesin Hızı

Bir ses dalgası, hava gibi bir ortamdan geçerken parçacıkları yerinden oynatır ve onlar da yandaki parçacıkları harekete geçirince enerji bu ortamda aktarılmış olur. Tekil moleküller çok uzağa gitmezler ve ortam da neredeyse hiç ilerlemez ancak dalga bu ortamdan bazı etkenlere bağlı olarak şekillenen belli bir hızla geçer. Hızın, mesafe bölü zaman diye tanımlandığı herkesçe bilinen bir gerçektir. Bu yüzden mks birim sisteminde metre/saniye (veya Britanya mühendislik birimlerinde fit/saniye) birimiyle tanımlanmaktadır.

Bir ortamın içinden geçen dalganın hızını iki özellik belirler: Ortamın *eylemsizlik özellikleri* ve *elastik özellikleri.* Sesle ilgili olarak eylemsizlikten bahsettiğimiz zaman, ortamı oluşturan parçacıkların eylemsizliğini kast ediyoruz demektir. Kütlesi daha büyük olan parçacıkların eylemsizlikleri de daha fazladır ve dolayısıyla içlerinden geçen dalgaya karşı daha az duyarlıdırlar. Bu durum, ortamı yaratan malzemenin yoğunluğu ne kadar fazlaysa ses dalgasının o kadar yavaş ilerleyeceği sonucunu ortaya çıkarır. Bu yüzden ses dalgaları, hafif gazlar içinde, ağır veya yoğun gazlara nazaran daha hızlı ilerleyecektir (diğer bütün etkenlerin aynı olduğu varsayılırsa).

Elastik özellikler, bir malzemenin kuvvet uygulanması karşısında şeklini ne kadar iyi muhafaza edebildiği ile ilgili özelliklerdir. Çelik gayet katı ve esnek olmayan malzemeler için iyi bir örnektir. Kauçuk ise tam tersi bir malzemedir. Yüksek katılık ve esnek olmama özelliği malzemenin içindeki atomlara veya moleküllere bağlı kuvvetlerin güçleri ile ilişkilidir ve genelde metal moleküllerinin içsel kuvvetleri sıvılarınkinden fazlayken, sıvı moleküllerinin içsel kuvvetleri de gazlarınkinden fazladır. Bu yüzden sesin hızı, katılarda en yüksek düzeydedir ve sonrasında sıvılar gelir. En düşük hız ise gazlarda görülür.

Sıcaklık ve basıncın da sesin hızında bir etkisi vardır. Sesin hızı, yükselen sıcaklık ve basınçla birlikte artış gösterir çünkü hem esneklik hem de eylemsizlik bu durumlardan etkilenir. Normal bir

basınçta ve 0° sıcaklıkta ses 331,5 metre/saniye ile (1.087 fit/saniye) hareket ederken, 20°C sıcaklıkta 343 metre/saniye (1.130 fit / saniye) ile hareket eder. Tablo 2'de sesin değişik malzemelerdeki hareket hızları verilmektedir.

**Tablo 2.** Sesin 0° sıcaklıkta değişik ortamlardaki hızı.

| **Sesin aktarıldığı ortam** | **m/saniye** | **fit/saniye** |
|---|---|---|
| Hava | 332 | 1.087 |
| Hidrojen | 1.270 | 4.167 |
| Su | 1.450 | 4.757 |
| Demir | 5.100 | 16.730 |
| Cam | 5.500 | 18.050 |

Ses dalgaları da dâhil olmak üzere tüm dalgaların hızları, dalga boyları ve frekanslarıyla ilişkilidir:

Hız = Dalga Boyu x Frekans

Formül olarak şöyle ifade edilebilir:

$$v = \lambda f$$

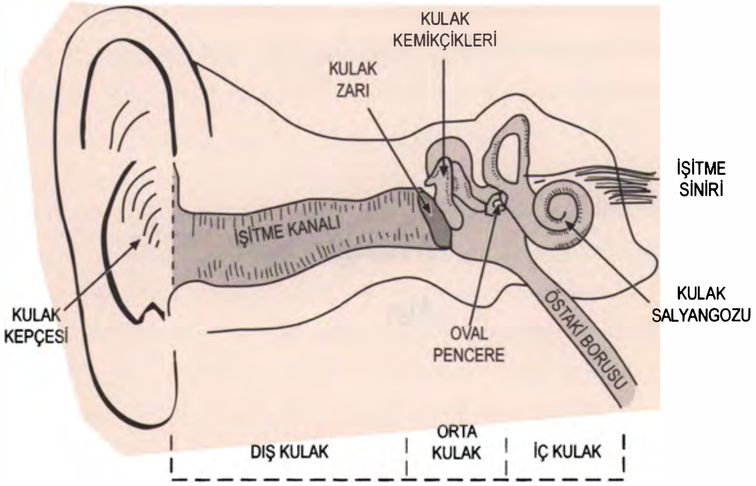
Bu formül değişik dalga boylarına veya frekanslara sahip seslerin değişik hızlarda hareket ettiği anlamına gelmez. Sesin hızı, bu iki miktardan hiçbirine bağlı değildir. Dalga boyundaki bir değişim hızı değiştirmez ancak frekansı değiştirir ya da tam tersi. Sesin hızı sadece içinde hareket ettiği ortamın özelliklerine bağlıdır.

# Müziğin Sesi

## Algı

Bir konser salonunda oturduğunuzu ve konserin başlamasını beklediğinizi hayal edin. Birden tüm ışıklar sönüyor ve renkli ışıklar sahne boyunca parlıyor. Müzisyenler seyircileri selamlıyorlar. İlk notalar seslendirildiği anda heyecanla karışık bir ürperti içinizde yükseliyor. Müzisyenler çalmaya başladığında siz de koltuğunuzda geriye yaslanıyorsunuz. Ritim vuruşları kalabalığı tesiri altına alıyor ve kısa süre içinde herkesin kolları havaya kalkarak alkışlarla ritme eşlik etmeye başlıyorlar.

Eminim ki birçoğunuzun bunu hayal etmeye ihtiyacı yoktur. Mutlaka böyle bir konser ortamında bulunmuşsunuzdur. Müziğin hayatlarımıza heyecan ve neşe kattığına da katılıyorsunuzdur. Elbette müzikten keyif almamızı sağlayan şey işitme duyumuzdur. Ancak şaşırtıcı bir şekilde çok azımız işitmemizin ne kadar önemli olduğunu, nasıl veya neden çalıştığını durup düşünürüz. Bu bölümde göreceğimiz üzere bu, gerçekten de mucizevî bir süreçtir. Müziğin kulakta nasıl bir süreçten geçtiğine, özellikle kulağın çeşitli perdeleri ve gürlük derecelerini nasıl ayırt ettiğine bakacağız. Ancak bu aşamada sadece saf sesleri –diğer bir deyişle tek bir fre-




**Şekil 14.** Kulağın üç bölümü: dış kulak, ortak kulak ve iç kulak.

kansın sesini– dikkate alacağız. Daha önce saf seslerin müzikte çok nadir duyulduğunu, bununla birlikte bu seslerin daha karmaşık sesleri anlamakta önemli olduğunu görmüştük.

## Kulağa Genel Bakış

Kulak üç bölümden oluşur: Dış kulak, orta kulak ve iç kulak *(Şekil 14)*. Hepsi de sesin üretilmesinde önemli bir rol oynar ve her birine detaylıca bakacağız. Ancak öncelikle sesin meydana gelmesiyle ilgili ne bildiğimizi gözden geçirelim. Sesin bir müzik aletinden geldiğini veya bir insan sesi olduğunu farz edelim. Havada bir basınç dalgası meydana geldiğini biliyoruz. Bu boyuna dalganın içinde hava molekülleri, sıkışma ve gevşeme bölgelerine dağılır. Kulak zarımıza doğru 343 m/sn hızla gider ve eğer 20 Hz ile 15.000 Hz frekans aralığında ise işitme sistemimiz buna karşılık verecektir. Esas itibarıyla kulak zarımızın titreşmesine ve onun da bu titreşimi orta kulak vasıtasıyla iç kulağa iletmesine sebep olur. Daha sonra göreceğimiz üzere iç kulak, kulağın en karmaşık parçasıdır. Burası titreşim sinyallerinin elektriksel darbelere dönüştüğü ve beyne iletildiği yerdir. İç kulağın kafatasının derinliklerinde

olmasının bir sebebi vardır: Kulağın en hassas bölümüdür ve herhangi bir sorun çıkarsa düzeltilmesi en zor olan bölümdür. Dolayısıyla korunması gerekmektedir.

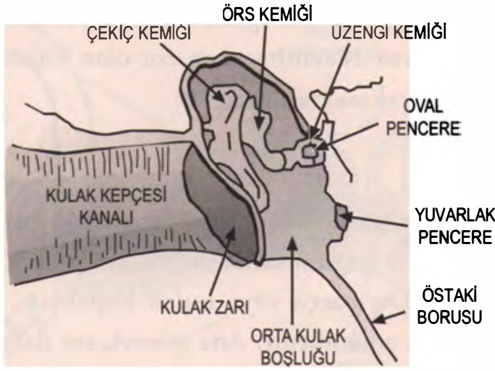
## Dış Kulak

Dış kulak, kulağın görülebilen kısmıdır (ya da en azından bir bölümü görülebilir) ve çoğu insanın doğrudan "kulak" olarak adlandırdığı kısımdır. Dış parça veya kulak kapakçığı, pinna veya kulak kepçesi olarak adlandırılır. Ana görevi, ses dalgalarını toplamak ve onları yaklaşık 3 cm uzunluğunda olan ve kulak zarı ile sona eren kulak kepçesi kanalına yönlendirmektir. Kulak kepçesi kanalı temelde bir ucu kapalı bir borudur ve bu gibi boruların doğal veya tınlayan bir frekansı olduğu iyi bilinir (Daha sonra salınım ile ilgili daha fazla konuşacağım). Basit bir hesaplama bize 3 cm boyunda kapalı uçlu bir borunun yaklaşık olarak 3.000 Hz salınım frekansı olduğunu gösterir. Bu da işitmemizin bu bölgede en keskin olduğu anlamına gelir ki gerçekten de öyledir.

Kulak kepçesi kanalının sonunda kulak zarı veya *timpanik zar* bulunmaktadır. Gerili bir deri parçasına benzeyen lifli bir maddeden oluşmuştur. Çoğu insan bir davul gibi düz olduğunu zanneder ancak esasen hafif koniktir ve titreşime karşı en çok merkezinin yakınlarında hassastır.

## Orta Kulak

Orta kulak da dış kulak gibi hava ile çevrilidir. Dolayısıyla normal hava basıncı altındadır. Soğuk almadıysanız veya ani bir irtifa değişimi yaşamıyorsanız, orta kulak her zaman dış kulak ile aynı hava basıncındadır. Bu durum, orta kulağı boğaza bağlayan östaki borusunun bir sonucudur *(Şekil 15)*. Şüphesiz bir uçağın kalkış anında ya da suyun derinliklerine daldığınızda kulak zarınızdaki basınç hissine aşinasınızdır. Ayrıca yutkunursanız basınç hissinin yok olacağını da bilirsiniz. Aslına bakılırsa bu hareketle birlikte östaki borusu açılmakta ve orta kulak ile dış kulak arasındaki basıncı eşitlemektedir.




Şekil 15. Orta kulak, çekiç (malleus), örs (incus) ve üzenginin (stapes) gösterimi.

Kulak zarına çarpan her titreşim *kulak kemikçikleri* denen ve üç kemikten oluşan mekanik bir kaldıraç sistemi tarafından içe doğru aktarılır. Bunlar ayrıca *Şekil 15*'te de gösterilen, çekiç *(malleus)*, örs *(incus)* ve üzengidir *(stapes)*. Çekiç, kulak zarının merkezine yapışıktır ve örse sıkıca bağlıdır. Böylece çekiç hareket ettiğinde örs de onunla birlikte hareket eder. Örs de aynı şekilde üzengiye bağlıdır ve üzenginin tabanı ise iç kulağa giden ve *oval pencere* denen küçük bir pencereye bağlıdır.

Birçok açıdan hem kulak zarı hem de oval pencere, bir mikrofon ile onun zarı gibidir. Bildiğiniz gibi mikrofona konuştuğunuzda, sesinizden kaynaklanan hava basıncı değişimlerinden ötürü *zar titreşir*. *Zar da kendi* hareketiyle orantılı bir elektrik akımı üreten bir cihaza bağlıdır. Bu cihaz, hava basıncı titreşimlerini alarak elektrik sinyallerine dönüştürür.

Orta kulakta çekiç, örs ve üzengi, çekiç ve örsün hareketlerinin üzenginin oval pencerede içeri-dışarı itme hareketlerini yapmasına yol açan basit bir kaldıraç görevi görürler. Bu da pencerenin diğer tarafındaki sıvıda bir dalga oluşmasına sebep olur. Sinyal, kaldıraç eylemi dolayısıyla bir miktar artar ancak hareket aslında güçlendirilmemiştir. Bunun yerine tüm sistem, hareketin gücünü yaklaşık 1,3 katı kadar artırır. Biz buna, 1,3'lük bir mekanik avantaj deriz. Bu yüksek bir oran gibi görünmeyebilir ancak yine

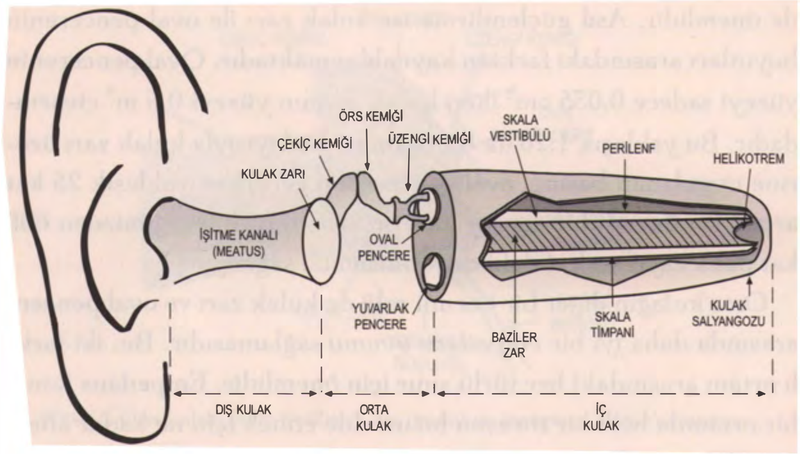
de önemlidir. Asıl güçlendirme ise kulak zarı ile oval pencerenin boyutları arasındaki farktan kaynaklanmaktadır. Oval pencerenin yüzeyi sadece 0,035 $cm^2$ iken kulak zarının yüzeyi 0,6 $m^2$ civarındadır. Bu yaklaşık 1:20'lik bir orandır. Dolayısıyla kulak zarı üzerine uygulanan basınç, oval pencereden geçerken yaklaşık 25 kat artar. Bu önemli bir artıştır zira bu artış duyabileceğimizden 600 kat daha zayıf sesleri dahi duyabilmemizi sağlar.

Orta kulağın diğer bir önemli rolü de kulak zarı ve oval pencere arasında daha iyi bir *empedans uyumu* sağlamasıdır. Bu, iki farklı ortam arasındaki her türlü sınır için önemlidir. Empedans ikinci bir ortamda belli bir titreşim hızını elde etmek için ne kadar alternatif güç uygulanması gerektiğinin bir ölçüsüdür. İlk ortamın empedansı ikinci ortamınkine uyuyorsa enerjinin tümü ya da büyük bir bölümü aktarılacak; aktarılmazsa da enerjinin bir kısmı geri yansıtılacaktır. Kulakta, kulak zarı üzerindeki basıncın oval pencere üzerindeki basınca oranının yüksek olması dolaysıyla empedans uyumu artar. Bu durumda empedans uyumu 300 Hz ile 3000 Hz aralığında mükemmelin % 50-70'i kadardır.

## İç Kulak

İç kulak, kulağın üç bölgesi içerisinde en karmaşık olanıdır. Bu bölge, sinyalin mekanik bir titreşimden elektrik sinyaline dönüştüğü bölgedir. İç kulağın ana parçası *kulak salyangozudur.* Kulak salyangozu dışarıdan 2,5 burgulu bir salyangoz kabuğu gibi görünür. Birbirine bağlı iki büyük hazneden meydana gelir ve haznelerin içerisinde *perilenf* denen bir sıvı vardır *(Şekil 16).* (İki hazne arasında endolenf denen bir sıvı ile dolu başka bir odacık vardır ancak bu bölüm gayet küçüktür ve biz de tartışmamızda bu konuyu değerlendirmeye almayacağız.)

Ses dalgasının, kulak salyangozunun içine nasıl aktarıldığını anlamak için en iyi yol kulak salyangozunun açılmış halini gözümüzde canlandırmaktır. Açıldığında 3 cm uzunluğundadır ve iki hazne de *baziler zar* denen dar bir deri şeridi ile ayrılır. Üstteki kısma (oval pencerenin içerisindeki) *skala vestibülü,* aşağıdakine




**Şekil 16.** İç kulak, baziler zar, perilenf ve skala timpani'nin gösterimi.

ise *skala timpani* adı verilir. Dar baziler zar, oval pencerenin yanında en sıkı haldedir ve pencereden uzaklaştıkça genişler. Dolayısıyla bir üçgen şeklindedir. İç kulağın uzak ucunda iki hazneyi birbirine bağlayan *helikotrem* bulunur. Helikotremin yanında, baziler zarın telleri çok daha az gerilim altındadır ve bu yüzden çok daha düşük frekanslarda titreşir.

Baziler zarın alt kısmı sıra halinde düzenlenmiş 30.000 civarında kıl hücresi ile kaplanmıştır. Bu hücrelerin her birinden de küçük bir püskül gibi görünen 12 ila 40 adet tüy çıkar. Son olarak, tüylerin üzerinde *örtülü zar* adı verilen yumuşak bir tampon bulunur. İşitme sinirleri kıl hücrelerine bağlıdır ve beyne giden bir demet liften oluşmaktadır.

Oval penceredeki titreşimler perilenf sıvısına aktarılarak baziler zar boyunca hareket eden sıvıda kıl hücrelerini etkileyen bir bozulmaya yol açar. Kıl hücreleri de beyne giden elektriksel darbeler üretir ve beyin bunları ses olarak yorumlar.

## Ses Perdesini Tanımak

İç kulağın en önemli işlevlerinden biri de farklı ses perdelerini veya frekansları tanıma becerisidir. Peki, bunu nasıl yapar? Bu soruya cevap vermeden önce, ses perdelerinin tanınması ile ilgili bir kavram olan *rezonansa* bir bakalım. Daha önce de belirttiğim gibi, tüm nesnelerin doğal frekansları vardır. Diğer bir deyişle, en etkili şekilde titredikleri frekanslar vardır. Bir nesneye periyodik olarak bir kuvvet uygulanırsa nesne uygulanan kuvvetin frekansında titreyecektir. Eğer bu frekans, nesnenin doğal frekansı değilse mecburi titreşimler doğal frekansı aşmak için kullanılan önemli miktarda enerji pahasına gerçekleşecektir. Diğer taraftan mecburi frekans, doğal frekansa eşit olursa nesne, çok daha kolay bir şekilde titrer ve titreşimler güçlenir. Özellikle aynı frekansa sahip iki diyapazonu birbirine yakın şekilde yerleştirir ve birini harekete geçirirseniz, ikincisi de kısa süre içerisinde titreşmeye başlayacaktır. Aslında enerji, ilk diyapazondan ikincisine aktarılmıştır.

Kulağın ses perdelerini nasıl tanıdığına ilişkin ilk teori, Alman fizikçi Hermann von Helmholtz tarafından öne sürülmüştür. Her ne kadar günümüzde bu teorinin fazlaca basite indirgeme olduğu düşünülse de birkaç açıdan doğru olduğu için göz önünde bulundurmaya değerdir. Helmholtz hem bir fizyolog hem de bir fizikçi idi. Babasının ısrarı nedeniyle tıp alanında çalıştı ancak fiziği tercih ediyordu. Birkaç yıl boyunca Prusya ordusunda cerrah olarak çalıştıktan sonra Königsberg Üniversitesi'nde fizyoloji profesörü oldu (daha sonra Heidelberg ve Berlin üniversitelerinde çalıştı). Kulağın mekanizması ile son derece ilgiliydi ancak aynı zamanda gözün işlevi üzerine de yoğun bir ilgisi vardı ve her iki alana da önemli katkılarda bulundu. Kulak konusundaki ilgisi şüphesiz müziğe olan ilgisinin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştı zira başarılı bir müzisyendi ve daha sonraları fiziğin birçok prensibini müzikte uyguladı.

Helmhotz'un işitmeye asıl katkısı, baziler zar ile bağlantılıydı. Zara, oval pencereden aşağıya doğru bakacak olursanız, üçgen şeklinde olduğunu ve oval pencerenin yanında kısa ve gergin tel-

leri, diğer uçta ise gevşek telleri olan bir santura (ya da arp) benzediğini görürsünüz. Bir ses oval pencereye çarptığında pencereyi titreştirir ve bu titreşim, perilenf sıvısına aktarılır. Helmholtz, baziler zar üzerinde bir yerde bu frekansa sahip bir tel olduğunu varsaydı. Diğer bir deyişle tel, bu frekansta tınlıyordu ve bu yüzden sıvıdan bu frekansı alıp titremeye başlıyordu. Diğer teller titremiyordu. Doğrudan bu telin altında bir kıl hücresi bulunuyor ve sonuçta oluşan titreşim hücrenin beyne gidecek bir elektriksel darbe göndermesine neden oluyordu.

Helmholtz'un fikirleri Macaristan'ın Budapeşte kentinde haberleşme mühendisi olan ve Macaristan telefon sistemi için çalışan Georg von Békésy'ye biraz fazla basit görünmüştü. Békésy 1928'de, insan kulağının telefondaki mekanizmadan ne kadar daha iyi olduğunu merak etmeye başladığında telefondaki işitme mekanizması ile insanın işitme mekanizması arasındaki ilişkiyi araştırıyordu. Sonuç olarak, kulak üzerinde araştırma yapmaya karar verdi. Suyla dolu bir boru kullanarak kulak salyangozunun mekanik modellerini oluşturmaya başladı. Borunun altına da baziler zarı temsil eden sıkıca gerilmiş bir zar, yakın uca ise oval pencereyi temsil eden başka bir zar yerleştirdi. Oval pencere titreşmeye başlayınca zar üzerinde bir dalganın yayıldığını fark etti ve dalganın gerilimi ayarlandığında dalganın büyük tepesini zarın belli bir bölgesine toplayabildiğini gördü. Diğer bir deyişle dalganın büyüklüğü, baziler zar üzerinde sadece bir pozisyonda önemli ölçüde artmıştı.

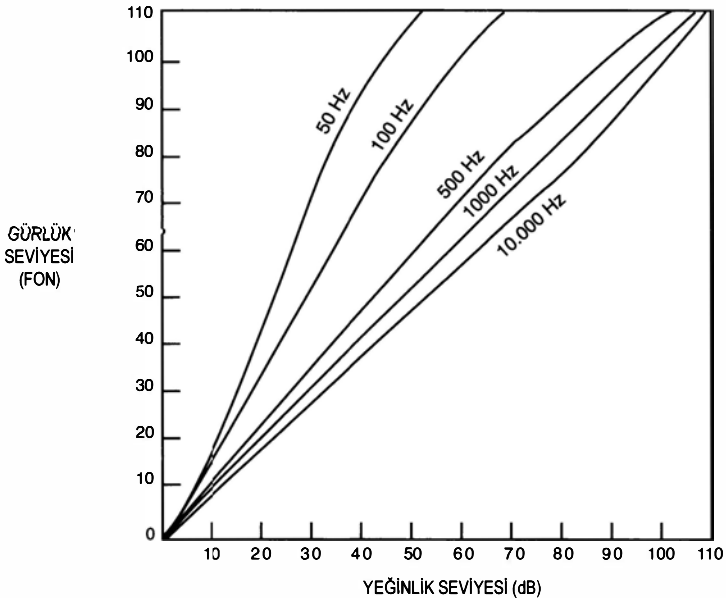
Békésy, deneylerine hayvanların ve daha sonraları da kadavraların kulak salyangozu ile devam etti. Çeşitli yaratıcı teknikler kullanarak, oval pencere titrediğinde bir dalganın, kendi modelinde gördüğüne benzer şekilde, baziler zar üzerinde yayıldığını gördü. Yine modelinde olduğu gibi dalgalar, maksimum büyüklüğe zar üzerindeki belli bir pozisyonda ulaşıyordu. Kısacası dalga, zar üzerinde ilerledikçe büyüklüğü artıyordu. Ta ki belli bir noktada maksimuma ulaşıp daha sonra hızla (neredeyse anında) azalana kadar. Dalganın maksimum büyüklüğe çıktığı nokta, sesin

kulak tarafından algılanan frekansına denk geliyordu. Bu noktada kıl hücreleri karşılık vererek beyne bir mesaj gönderiyordu. Söz konusu kıl hücresinden gelen elektriksel darbeler hep aynı şiddetteydi; dolayısıyla daha yüksek bir ses için daha fazla darbe gönderilmesi gerekiyordu.

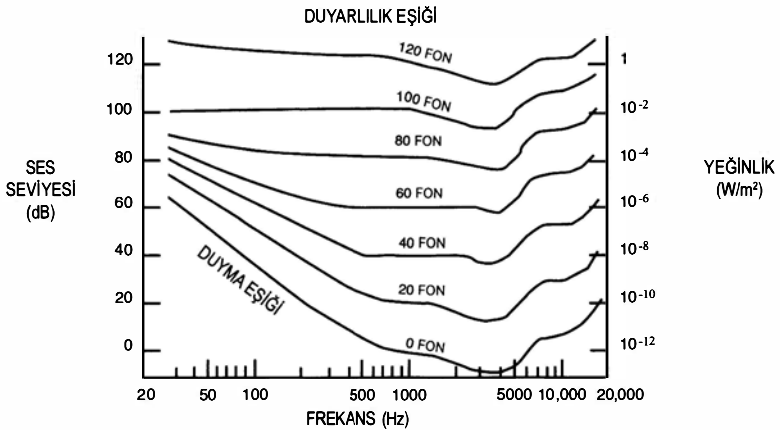
## Gürlük ve Gürlük Eğrileri

Son bölümde, gürlüğe kısa bir giriş yapmıştık ancak anlatmadığımız çeşitli hususlar da var. Bu bölümde, bu konulara değineceğiz. Daha önce gördüğümüz gibi, gürlüğün genellikle kullanılan ölçüsü doğrudan ölçülebilen ($W/m^2$) ve fiziksel bir nicelik olan yeğinliktir. Ayrıca desibel (dB) olarak ölçülen ve *ses seviyesi* (SL) denen bir birimden bahsetmiştik. Ses yeğinliklerinin aralığı çok geniş olduğu için –yaklaşık olarak 1 Trilyon ($10^{12}$)– desibel logaritmik bir ölçekte, 0 ila yaklaşık 120 aralığında ölçülmektedir.

Gerçekte sesin gürlüğü kişiye özeldir. Bir kişiye gür gelen bir ses, diğerine gür gelmeyebilir; dolayısıyla gürlük özneye bağlıdır.



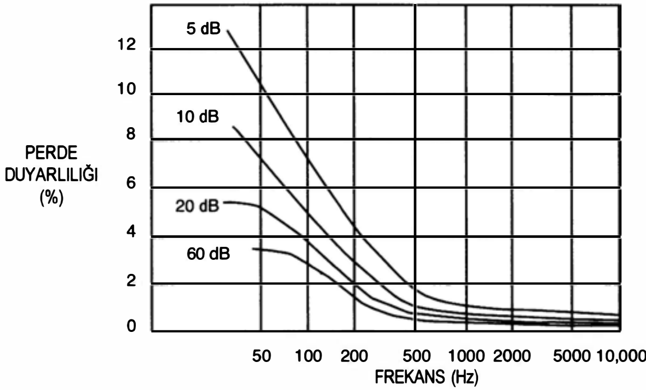

**Şekil 17.** Desibel (dB) cinsinden gürlük seviyesi–yeğinlik seviyesi grafiği.



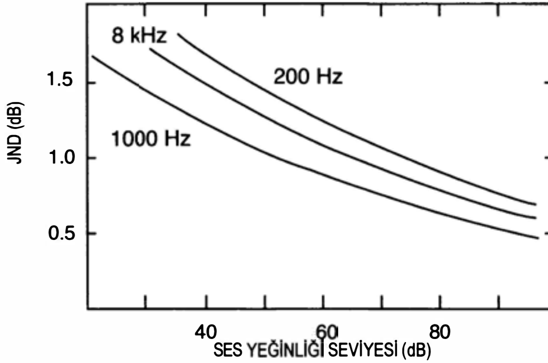

**Şekil 18.** Ses seviyesi ve frekans grafiği

Ayrıca kulak, tüm frekansları aynı şekilde duymaz. Bir sinyal üretici kullanarak örneğin, 500 Hz'te 40 dB'lik bir ses seviyesi üretip insanlara bu sesi dinletir, ardından 1000 Hz'te 40 dB'lik bir ses dinletirseniz muhtemelen iki sesin gürlüklerinin farklı olduğunu söyleyeceklerdir. Bu yüzden öznel bir ölçüm sisteminizin olması daha uygundur. Bunun için farklı frekanslarda verilen belli bir ses seviyesi, tümü aynı gürlük seviyesine sahipmiş gibi görünecek şekilde ayarlanmış bir şekilde, bir grup insana dinletilmelidir. 1000 Hz referans frekans olarak alınır. Bu, grubun örneğin 1000 Hz'te 40dB'i dinleyip, ardından 500 Hz'te diğeriyle aynı gürlüğe sahipmiş gibi görünecek şekilde kademeli olarak ayarlanmış bir sesi dinlemesi anlamına gelmektedir. Daha sonra aynı şey 300 Hz, 200 Hz vs. için gerçekleştirilir. Sonuçları *Şekil 17*'deki gibi bir grafikle gösterebiliriz. Doğal olarak referans frekansı 1000 Hz'te düz bir çizgidir.

Grafikten anlaşılacağı üzere, 100 Hz'teki 30 dB'lik bir ses, gruba 50 dB'lik bir gürlüğe sahipmiş gibi gelmektedir. Benzer şekilde aynı ses 10.000 Hz'te verildiğinde gürlük 15 dB gibi duyulmaktadır. Genel olarak düşük frekansların gürlüğü olduğundan daha fazla, yüksek frekanslarınki de daha az duyulmaktadır. Buna dayanarak, fon birimi ile ölçülen ve gürlük limiti (Loudness Level,




Şekil 19. Perde duyarlılığı ve frekans grafiği.




Şekil 20. Ayırt edilebilen en küçük fark (JND) ve ses yeğinliği seviyesi grafiği.

LL) denen yeni bir gürlük ölçüsü tanımlayabiliriz. Tanımı gereği fon (phon), 1 fon'un 1000 Hz'te 1 dB'e eşit olduğu öznel bir gürlük yoğunluğu ölçüsüdür ancak tüm diğer frekanslarda bu değer değişmektedir. İki ölçü arasındaki temel fark, düşük frekanslarda ortaya çıkmaktadır; yüksek frekanslardaki fark nispeten küçüktür.

Bu farkı ayrıca *eş gürlük eğrilerini* elde etmek için de oluşturabiliriz. *Şekil 18*'de eş gürlük eğrilerinin çizildiği desibel cinsinden ses seviyesi ile Hertz cinsinden frekansın grafiği gösterilmektedir.

## Perde Duyarlılığı ve Ayırt Edilebilen En Küçük Fark

Bir önceki bölümde olduğu gibi, konumuz yine saf sesler ve sorumuz da şu: Ayırt edilebilecek en küçük perde (veya frekans) aralığı nedir? Diğer bir deyişle bir ses çalınıp ardından ona çok yakın bir perdedeki başka bir ses çalındığında birinin diğerinden daha tiz olduğunu kesin olarak söyleyebilir misiniz?

Bu olguya, perde duyarlılığı veya perde farkı hassasiyeti denir ve genellikle yüzdelik değer olarak ölçülmektedir.

Perde hususuna gelince; saf bir ses, denek bir fark olduğunu söyleyene kadar sabit bir ses düzeyinde değiştirilir. İlk frekans $f_1$ ile son frekans $f_2$ arasındaki fark $f_1 - f_2$'dir. Bu fark bütünüyle frekansa bağlı olduğu için $f$ olarak adlandıracağımız $f_1$ ve $f_2$'nin ortalamasını dâhil etmemiz gerekir. Daha sonra perde duyarlılığını $(f_1 - f_2) / f$ olarak yüzde cinsinden belirleriz. Tipik değer %0,5 ile %1 arasındadır. İki sesin sadece frekansları arasındaki farkı verirsek, bunu ayırt edilebilen en küçük fark olarak adlandırıyoruz.

Sonuçlar, duyarlılığın yüksek frekanslarda en düşük seviyede olduğu söylenerek özetlenebilir *(Şekil 19)*. 500 ile 5000 Hz frekans aralığındaki tipik değer %0,5 ila 1 arasındadır ancak 500 Hz'in altına inildiğinde bundan çok daha büyüktür. Aynı şekilde, 1000 Hz'in altındaki tüm frekanslar için ayırt edilebilen en küçük fark yaklaşık olarak 1 Hz'tir ve 1000 Hz'in üstüne çıkıldıkça artmaya başlar. 5000 Hz'in ötesinde ise artış hızlanır ve perde değerlendirmemiz zayıflar. 10.000 Hz'in üstüne çıkıldığında tüm perde ayırt etme kabiliyetimiz yok olur.

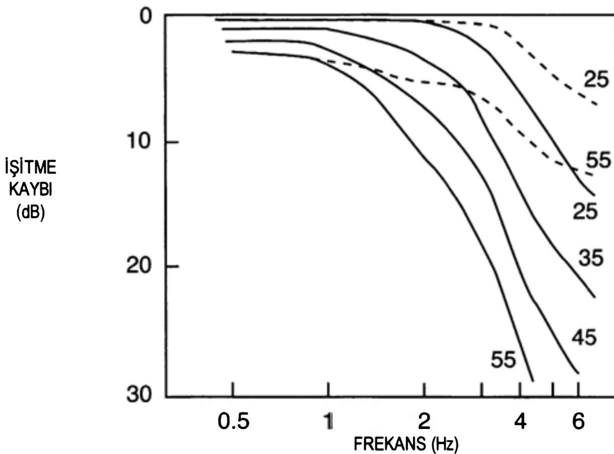
*Şekil 20*'de görüldüğü gibi, ses seviyelerine ilişkin olarak benzer bir grafik çizebiliriz (örnek: Aynı frekansı ve çok az farklı ses seviyelerini kullanarak). Denek bir ses duyar, daha sonra aynı frekansta çok az farklı bir ses düzeyi duyar ve hangisinin daha gür olduğunu *söylemesi istenir*. Sonuçlar yine frekansa bağlıdır. Ayırt edilebilen en küçük fark değerleri düşük frekanslar ve düşük yoğunluklarda biraz daha büyük olma eğilimdedir. Genel olarak, ses seviyeleri için ayırt edilebilen en küçük fark değerleri 0,5 dB ile 1 dB arasındadır.

## Duyma Kaybı

Duyma kaybı çeşitli sebeplerden kaynaklanabilir ancak en büyük duyma kayıpları çok yüksek yoğunlukta, özellikle 100 dB üzerindeki seslere sürekli olarak maruz kalma sonucunda gerçekleşir. *İletim yolu sağırlığı ve sensorinöral sağırlık* olmak üzere iki temel sağırlık türü bulunmaktadır. İletim yolu sağırlığı, ses kulak zarından iç kulağa düzgün şekilde iletilmediğinde meydana gelir. Bu durum, genellikle kulak kemikçiği ile ilgili bir soruna bağlıdır ve sıklıkla orta kulakta tekrarlayan enfeksiyonların bir sonucudur. Genellikle genç insanlarda görülür.

Sensorinöral sağırlık ise sinirler sinyali beyne iletmede başarısız olduklarında gerçekleşir, dolayısıyla bu, bir iç kulak sorunudur. Genel olarak, kıl hücrelerinin ya da beyne giden sinirlerin bozulması sonucunda ortaya çıkar. İletim yolu sağırlığından çok daha ciddi bir durumdur, zira günümüzde kıl hücrelerini veya sinirleri onarmak için yapılabilecekler çok azdır.

Yukarıda anlatılan iki ayrı tür sağırlık, titreyen bir diyapazonun başımıza doğru tutulması ile birbirinden ayırt edilebilir. İletim yolu sağırlığı olan bir insanın hâlâ düzgün çalışan bir iç kulağı vardır ve titreşimler kemik iletimi sayesinde iç kulağa iletilir. Kemik ileti-




Şekil 21. Çeşitli yaşlarda işitme kaybı ve frekans grafiği. Kesintisiz eğriler erkekler, noktalı eğriler kadınlar içindir.

mi gerçekleşir çünkü kafatası titreşimi alır ve bu da perilenfi harekete geçirerek kulak salyangozunda kıl hücreleri tarafından tespit edilen bir dalgalanmaya sebep olur.

Sensorinöral sağırlığın bir diğer türü de *yaşa bağlı sağırlıktır (presbycusis)*. Bu durum, yüksek frekansları işitme kabiliyetinin yaş ilerledikçe kaybolmasıdır. Bir noktaya kadar normaldir ancak aşırı gürültüye maruz kalındığında süreç hızlanmaktadır. Daha önce insanların genel işitme aralığının 20 ile 15.000 Hz arasında olduğundan bahsetmiştim ancak yaşlı insanlar bu kadar yüksek frekansları kesinlikle duyamazlar. Eskiden, frekans üreticisi kullanarak sınıfta bir deney yapardım. Öğrencilere ellerini havaya kaldırmalarını söylerdim. Daha sonra sinyalin frekansını giderek artırır ve öğrencilerin sesi artık duyamadıklarında ellerini indirmelerini isterdim. Ben, sınıftaki çoğu öğrenciden daha yaşlı olduğum için artık hiçbir ses duyamazken ellerin çoğu hâlâ havada olurdu.

Yaşlandıkça işitme kaybına uğramamızın bir sebebi de kulak zarının içine bağlı olan ve zarın koni şeklinde durmasına yardım eden tensor timpani kasıdır. Yaşlandıkça bu kas zayıflar ve kulak zarı ile oval pencere arasındaki birliktelik verimsizleşir. Bu da kulağın yüksek frekanslardaki hassasiyetinde azalmaya yol açar *(Şekil 21)*. Erkeklerin işitme kaybı, aynı yaştaki kadınlardan daha fazla olmaktadır. Ancak yaşlı iseniz endişelenmenize gerek yok. Kayıpların çoğu 5000 Hz'in üzerinde gerçekleşir ve bu durum, müzik nadiren 5000 Hz'in üzerine çıktığı için müzikten zevk almanızı ciddi şekilde etkilemez.

# İyi Titreşimler

## Hareket Halindeki Dalgalar

Bir keresinde büyük bir sütunun arkasına oturarak konser dinlemiştim. Herhalde keyfimin kaçtığını söylememe gerek yoktur. Bu şekilde müzisyenlerin görüntüsü kısmi olarak engellenmişse de beni esas endişelendiren sesti. Acaba ses, sütunun etkisiyle bozulacak mıydı? Bu bölümde ele alacağımız konu, işte budur. Önceki iki kısımda sesin ve ondan oluşan müziğin pek çok özelliğini inceledik. Özellikle sesin, kendine has bir dalga boyu ve frekansa sahip olan bir boyuna dalga olduğunu gördük. Bunun yanında sesin şiddetinin de nasıl ölçülebileceğini öğrendik. Bu bölümde ise sesin yansıması, iletimi, sapması ve girişimi gibi farklı özelliklerini ele alacağız. Bu terimler sizin için yeniyse endişe etmeyin, her birini tartışırken tanımlayacağım.

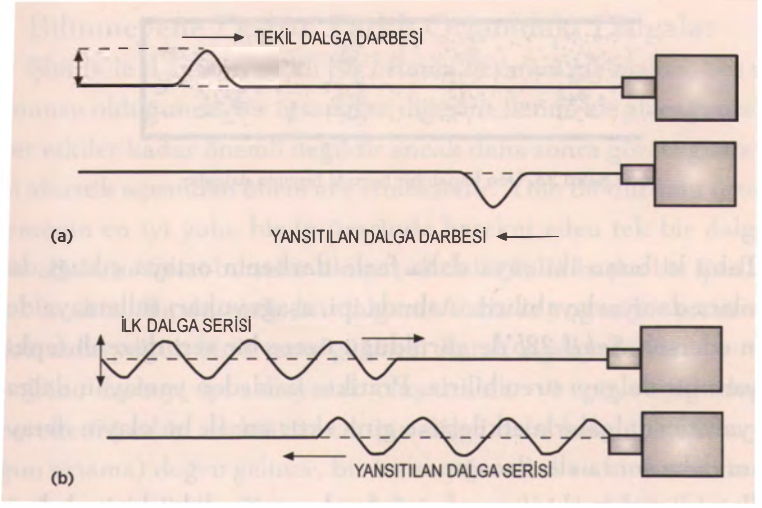
Dalgaları anlayabilmemiz konusunda en önemli katkılardan bir kısmı Hollandalı fizikçi Christian Huygens tarafından gelmiştir. Huygens'in ilgi alanı ses dalgalarından ziyade ışık dalgaları olsa da bulduğu sonuçlar, ses için de geçerlidir. Newton, ışığın kürecik (corpuscle) denilen parçalardan oluştuğu fikrini ortaya koymuştur. Huygens, Newton'un teorisinin doğruluğuna ikna olmamıştı. Kendisi, ışığın bir dalga olduğu fikrini ileri sürdü ancak başlangıç-

ta bu fikre ilgi çok az olmuştu zira doğa ile çelişiyor görünüyordu. Su ve ses dalgaları, cisimlerin çevresinde kıvrılabiliyor gibi görünüyordu fakat aynı şeyin ışık dalgaları için de geçerli olduğuna dair bir işaret yoktu. Huygens, hayatının kalan kısmını ışığın bir dalga olduğunu ispatlamaya ayırdıysa da başarılı olamadı. Bunun kanıtlanması için 100 yıl daha beklenmesi gerekecekti ve İngiliz fizikçi Thomas Young'ın gerçekleştirdiği birtakım hünerli deneylerin sonucunda mümkün olacaktı. Huygens, başarıya ulaşamamış olsa da bizlere tüm dalga tipleri için önemli anlamları olan bir prensip bırakmıştır. Bugün, *Huygens ilkesi* adı verilen bu prensip, bir dalganın önündeki her noktanın yeni dalgalara kaynaklık yaratabileceğini söyler. Başka bir deyişle bir dalganın üzerindeki her noktadan yeni dalgacıklar doğabilir. Bu prensibin önemini bu bölümün ilerleyen kısımlarında daha detaylı bir şekilde göreceğiz.

## İyi Davranış: Bir Sınırdaki Dalgalar

İsterseniz dalgaların bir sınıra çarptıkları zaman nasıl bir davranış gösterdiklerini ele alarak tartışmamıza başlayalım. Eğer dalgaların nasıl hareket ettiklerini bilirsek, ses de bir dalga olduğu için onun da nasıl davranabileceğini tahmin edebiliriz. Basitçe anlatabilmek için tek bir darbe ile başlayacağız zira daha önce gördüğümüz gibi bir dalga birbiri arkasına uygulanan bir seri darbeden oluşur. Tıpkı 'Müzik Yapmak: Ses Nasıl Oluşur?' kısmında bahsettiğimiz gibi sabit bir kaideye bağlanmış bir ipi ele alacağız. Başlangıç aşamasında önce ipi gerginleştireceğiz daha sonra da alta ve üste doğru hareket ettirerek ipten kaideye doğru hareket edecek bir darbe uygulayacağız. Bizim burada esas ilgimizi çeken durum ise bu darbe kaideye vardığı zaman ne olacağıdır.

Darbenin ipten aşağı doğru ilerlemesini izlediğimizi varsayalım. Sınıra *çarptığı zaman, tepkinin* yansıması olarak ipten bize doğru bir darbenin geri geldiğini görürüz. Bu geri gelen darbeyi veya dalgayı incelediğimizde ise diğerinin tam olarak ters çevrilmiş hali olduğunu anlarız. İpten aşağı doğru giden dalga bir tepe oluştururken, geri gelen dalga ise bir çukur oluşturur *(Şekil 22a)*. Ay-




**Şekil 22.** Bir ipte hareket eden darbeler. **Üstte:** Uç kısmı sabitlenmiş bir ipte hareket eden bir dalga. Yansıyan dalga, yaratıcı dalganın ters çevrilmiş halidir. **Altta:** Bir ipte çeşitli dalgalar hareket etmektedir. Yansıyan dalgalar de gösterilmiştir.

nı şekilde eğer ipte bir çukurun oluşmasına yol açarsanız, tepki, bir tepe olarak ortaya çıkacaktır. Bu sonuç, sınırdaki olayların detaylı incelenmesiyle anlaşılabilir ancak öncelikle *Newton'un üçüncü hareket kanununu* tanıtmamız gerekir. Bu kanun bize, her harekete karşılık bir tepki oluştuğunu, başka bir deyişle bir şeyi iterseniz onun da sizi geri iteceğini anlatır. Örneğin, bir bahçe hortumunu elinizde tutarsanız, bu hortumdan su aktıkça elinizde bir tepki kuvveti hissedersiniz. Darbenin sınıra çarptığı durumda ise darbe, enerjisini kaideye aktarır fakat kaide ve bağlantısı sabit olduğundan dolayı enerjinin büyük kısmı yansıtılır. Kaidedeki hareket, ipin üzerinde hareket yönünün tersi yönünde bir geri tepki oluşturur. Sonuç olarak tepe, bir çukur olarak yansıtılır. Yansıyan dalganın dalga boyunun ve hızının yaratıcı dalga ile eşit olması söz konusu iken iki dalganın genlikleri de yaklaşık olarak aynıdır. (Yansıtılan dalganın genliği biraz daha az olabilir zira enerjinin bir kısmı yansıma sırasında kaideye iletilmektedir ancak genelde iletilen kısım toplamın çok küçük bir oranı olduğundan göz ardı edilebilir.)



**Şekil 23.** Ucu kapalı bir boruda boyuna dalgalar.

Tabii ki bunu iki veya daha fazla darbenin ortaya çıktığı durumlara da uyarlayabiliriz. Aslında ipi, aşağı yukarı sallamaya devam edersek *Şekil 22b*'de görüldüğü üzere bir seri düzenli tepkiyi yani bir dalgayı üretebiliriz. Pratikte kaideden yansıyan dalgalar yaratıcı dalgalarla etkileşime girecektir ancak bu olayın detaylarını daha sonra ele alacağız.

İlgi çekici diğer bir konu da ipin kaideye gevşek bir biçimde bağlandığı durumdur. Söz konusu *gevşek uç* durumunu en iyi şekilde örnekleyebilmek için ipi, kaideye bir düğümle tutturarak esnek bir bağlantı yapılabilir. Yine ipi, aşağı yukarı hareket ettirerek bir darbe oluşturduğumuzu varsayalım ve bu darbenin diğer uçtan yansımasını izleyelim. Bağlantı esnek olduğu için bir önceki durumda geçerli olan etki-tepki yasası bu durumda geçerli olmaz. Bu durumda tersine dönen bir darbe yerine başlangıçtaki darbe ile aynı özelliklere sahip bir yansıtılan darbe elde ederiz. Diğer bir ifadeyle eğer kaidede bir tepe yaratıldıysa yansıyan darbe de bir tepe üretecektir.

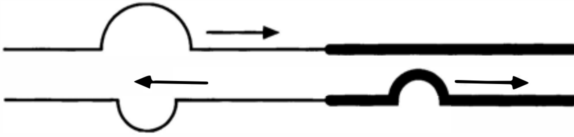
Şimdi bu sonucu, sese uygulayalım. Sesin, bir boyuna dalga olmasına ve bizim çaprazlama dalgalar ile uğraşıyor olmamıza rağmen sonuçlar yine de aynıdır. Ana fark ise şu anda tepe ve çukurlar yerine *yoğunlaşmalar* ve gevşemeler ile uğraşıyor olmamızdır. Örneğin, bir ses dalgasının tek tarafı kapatılmış bir boru içinde hareket ettiğini düşünebiliriz *(Şekil 23).* Buradaki kapalı boru, ucu sabitlenmiş iple aynı duruma örnektir. Burada da aynı tip bir yansıtmayı elde ederiz ve fazın değişmesiyle birlikte yoğunlaşma, seyreltme olarak yansıtılır. Diğer taraftan, borunun ucu açıksa çaprazlama dalga örneğindeki sabit olmayan uç uygulamasına eşdeğer bir durum ortaya çıkar ki burada da yansıyan dalga ilk dalga ile aynıdır (ters çevrilmez).

## Bilinmeyene Doğru: Farklı Ortamdaki Dalgalar

Şimdi de dalganın farklı bir ortama iletimini ele alalım. Ses söz konusu olduğunda, bir ortamdan diğerine iletim, ele alacağımız diğer etkiler kadar önemli değildir ancak daha sonra göreceğimiz gibi akustik açısından önem arz etmektedir. Yine bu durumu örneklemenin en iyi yolu, bir ip üzerinde hareket eden tek bir dalgayı ele almaktır fakat bu sefer ilk ip, çok daha kalın başka bir ipe bağlı olacaktır. Bu durumu, bir dalganın daha az yoğun bir ortamdan çok daha yoğun bir ortama geçmesi olarak algılayabiliriz.

Yine darbeyi ipi sallayarak oluşturabilir ve ipten aşağı doğru hareketini takip edebiliriz. Oluşan dalga daha kalın ipe (daha yoğun ortama) doğru gelince, bir kısmı yansıtılırken bir kısmı da daha kalın ipe iletilir. Yansıyan dalga, aynı sabit bağlantılı kısımda olduğu gibi ters çevrilirken, iletilen dalgada bu durum yaşanmaz ve bu dalga yaratıcı dalga ile aynı fazda harekete devam eder *(Şekil 24)*. Hatta iletilen dalganın yaratıcı dalgaya nazaran daha küçük bir genliği ve dalga boyu da vardır. Buna ek olarak bu dalga daha yoğun bir ortamda hareket ettiğinden dolayı hareket hızı da azalır. Öte yandan yansıyan dalganın hızı ve dalga boyu yaratıcı dalganınkiler ile aynıdır. İlk ip, ikinci ipten büyük olduğu durumlarda da benzer bir olay yaşanır fakat bu sefer yansıyan dalga, ilk dalga ile aynı fazda (bir tepe yine bir tepe olarak yansır) hareket eder. Öte yandan iletilen dalganın dalga boyu, yansıyan darbeden büyük olduğu gibi, iletilen dalga yansıtılan dalgadan daha hızlı hareket eder.

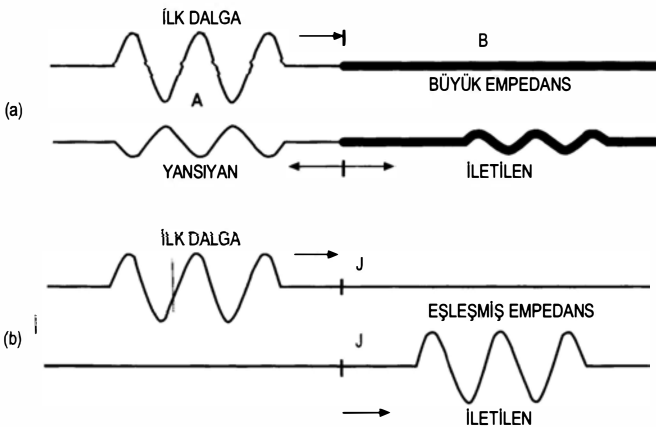
Bu sonuç, *akustik empedans* açısından önem arz etmektedir. Empedans eşleşmesinden daha önce de bahsetmiş ve bu olayın dalgaların bir ortamdan başka bir ortama iletildiği durumlarda önemli olduğunu belirtmiştik. Böylesi durumlarda iki ortamın empedanslarının olabildiğince uyuşması gerekir. Eğer *Şekil 25a*'da olduğu gibi hafif bir ip, ağır bir ipe bağlanırsa bu durum küçük bir empedansın büyük bir empedansa bağlandığı bir durum ile aynı özellikleri taşır. Böylesi bir durumda enerjinin büyük bir kısmı yansıtılırken ancak çok küçük bir kısmı iletilebilecektir. Ayrıca



**Şekil 24.** Daha ince bir ipten kalın bir ipe doğru yol alan bir dalga.

iletilen dalganın genliği ve dalga boyu da değişecektir. Daha kalın bir ipten daha ince bir ipe doğru hareket eden dalgada da benzer sorunlar görülebilir. Yansıtılmış dalganın enerjisinin büyük kısmı da yine yansıtılacaktır. Empedans uyumu için sınırın her iki tarafındaki iplerin ölçüsünün aynı olmasına ihtiyaç duyarız. Ancak böylelikle enerjinin tümü ya da en azından büyük kısmı iletilebilir *(Şekil 25b)*.

Empedans eşleşmesi, müzikle ilgili pek çok alanda özellikle de çalgılara dair konularda önem arz etmektedir. Örneğin, bir kemanı ele alalım. Sadece tellerin titreşimiyle ve kemanın gövdesiyle etkileşim olmaksızın çok az ses duyulabilmektedir. Zira teller küçük yüzölçümleri ile çok az miktarda bir havayı harekete geçirebilir. Bu tellerin, bir köprü aracılığıyla hava ile empedans eşleşmesi daha iyi olan büyük bir tahta yüzeye gerilmesi gerekmektedir. Kısacası teller, kemanın gövdesinin titreşmesini sağlar ve ardından tit-




**Şekil 25.** Empedans eşleşmesi ile ilgili basit bir çizim. **(a)** Daha büyük bir empedans ile etkileşen dalga. **(b)** Eşleşmiş bir empedans ile etkileşen dalga.

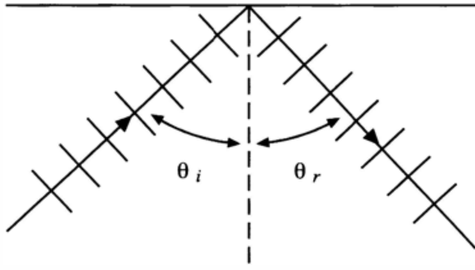
reşen bu gövde oran olarak çok daha büyük bir hava miktarının titreşmesini sağlar. Bu durum, piyanoda da aynı şekilde işler. Ses tahtası olmadan, sadece tellerin titreşimlerini duyabilirdik. Empedans oluşturmak için kullanılan cihazlara genelde empedans eşleyici dönüştürücü ismi verilmektedir.

## Yankı, Yankı: Dalgaların Yansıması

Hepimiz bir vadide veya boş bir odada veya binada kendi sesimizin yankısını duymuşuzdur. Kim bilir kaç defa bir vadiye doğru bağırdıktan sonra duyduğunuz yankıların sayısını bulmaya çalıştınız. Şahsen bunu pek çok kez yapmışımdır. Yankı tabii ki ses dalgalarının yansımasından kaynaklanır. Dalgaların bir yüzeyden yansıdıkları zaman nasıl davranacaklarını anlamanın en iyi yolu, bir dalga tankı kullanmaktır. Dalga tankı, cam tabanlı büyük bir tank olup suyun yüzeyine ışık tutulduğu zaman dalgaları görmeyi mümkün kılan bir yapıya sahiptir. Tanka baktığınızda pek çok aydınlık ve karanlık alanlar görülür ki buradaki karanlık alanlar çukurlar, aydınlık alanlar ise tepelerdir. Tanktaki suyu karıştırdığınız zaman, dalgaların nasıl hareket ettiklerini ve başka cisimlerle nasıl ilişki kurduklarını görmek çok kolaydır.

İsterseniz önce bir düz dalga oluşturarak başlayalım. Bunun için cetvel gibi dik kenarlı bir alet kullanabiliriz. Eğer cetveli suyun üzerine yerleştirilmiş bir tür osilatöre bağlar ve suya darbe uygulamasına izin verirsek, temas noktasından darbeler ortaya çıkacak ve tepeler ile çukurlar açıkça görülebilecektir. Bu noktada dalgaların önüne bir engel koyarsak, yansımalarını da seyredebiliriz. Yansıyan dalganın dik eksenle yaptığı açının, ilk dalgaların aynı eksenle yaptığı açıyla aynı olduğunu kolaylıkla görürüz. Bu durum dalgalar için *yansıma kanununun* bir sonucudur ve tabii ki ses dalgaları için de geçerlidir. Bu yansıma yasası bize bir dalganın bir engelden yansıdığı zaman, ilk dalganın açısının ($\Theta_i$) yansıyan dalganın açısına ($\Theta_r$) eşit olduğunu söyler.

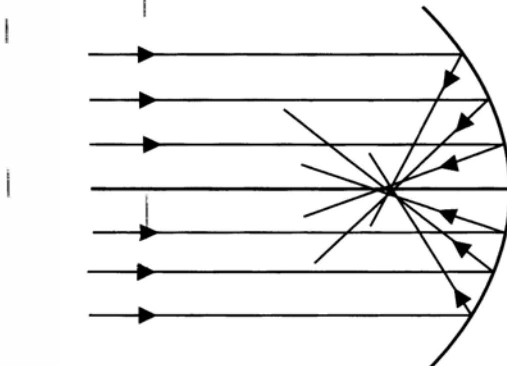
Fakat ses dalgaları her zaman düz zeminlerden yansımaz, bazen de kavisli yüzeylerden yansırlar. Bir kürenin iç yüzünü ele ala-




**Şekil 26.** Yüzeyden dalganın yansıması. İlk dalganın açısı ($\Theta_i$) yansıyan dalganın açısına ($\Theta_r$) eşittir.

lım *(Şekil 27*'de görüldüğü gibi). Acaba bir dalga böylesi bir yüzeyden nasıl yansır? Bu durumu yine bir titreşim tankını kullanarak gözlemleyebiliriz. Tankta yansıyan dalgaların birbirleriyle etkileşim içinde olduklarını görürüz. Dalgaların sebep olur göründükleri karışıklıktan dolayı durumu dalga cephelerinden ziyade dalgalarla ilgili "ışınları" dikkate alarak çözümlemek daha iyi olacaktır. Şekilde ışınlar dalga cephelerine dik olarak gösterilmektedir. Tüm yansıyan ışınların aynı alanı hedef alarak hareket ettiklerini görmek kolay olsa da tekil ışınların aynı noktada çakışmadıkları da bellidir. Bu olaya ışıkla ilgili olarak aşina olabilirsiniz zira küresel bir ayna ışığı tek bir noktaya yansıtmaz *(Şekil 27)*.

Başka bir deyişle küresel bir yüzey, sesi tek bir noktaya yansıtmaz, bunu ancak parabolik bir yüzey yapabilir. Eğer yüzey parabo-

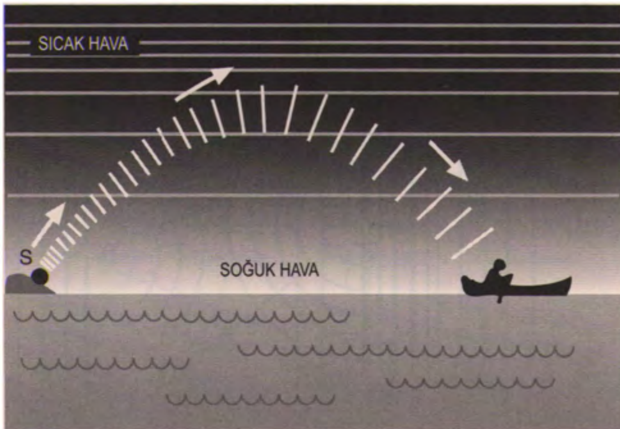


Şekil 27. Küresel bir yüzeyden yansıyan bir dalga.

likse, yansıyan dalgalar *odak noktası* olarak bilinen tek bir noktaya doğru hareket edecektir. Bu hareket, ses ile ilgili ilginç bir olgunun kaynağıdır. Eğer büyük parabolik bir yansıtıcının odak noktasında durursanız, uzak sesleri son derece iyi bir şekilde işitirken, odak noktasından uzaklaştıkça bu sesleri çok zor işitmeye başlarsınız.

## Onları Duyduğumuza İnanamıyorum: Dalgaların Kırılması

Ses dalgaları ile diğer bir ilgi çekici olgu da kırılmadır. Basit olarak kırılma, bir ses dalgasının "bükülmesidir." Eğer gece vakti bir kayıkla göle açıldıysanız, bu olayı muhtemelen yaşamışsınızdır. Böyle bir durumda uzakta olsalar bile kıyıdaki insanların konuşmalarını duyabilirsiniz. Gündüz onların konuşmalarının böylesine rahat duyulamayacağını tahmin edebilirsiniz. Peki, durum gece niye değişir? Bunun sebebi, geceleyin gölün yüzeyine yakın olan sıcak havanın yükselmesidir. Böylelikle gölün üstünde bir sıcak hava tabakası ortaya çıkar fakat yüzeye yakın hava tabakası soğuktur. Kıyıdaki seslerden ortaya çıkan dalgalar dışa doğru yayılırken, daha yüksekteki sıcak tabakalara doğru hareket ederler fakat ses sıcak havada soğuk havada olduğundan daha hızlı hareket eder. Söz konusu bu hızlanma dalgaların size doğru bükülme-




**Şekil 28.** Bir ses dalgasının atmosferdeki katmanlarda kırılması.

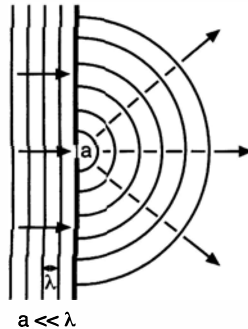
sini ve sesin daha rahat işitilebilmesini sağlar *(Şekil 28)*. Gün içinde ise sıcak hava yüzeye daha yakınken soğuk hava daha yukarıdadır; bu ise ters yönde bir bükülmeye sebep olur.

Dolayısıyla eğer ses dalgalarının iki ayrı ortamda farklı hızlarla seyrettikleri bir durumdaysanız, dalga bükülecektir. Bu olay en sık değişik sıcaklıklara sahip ortamlarda yaşanır. Aynı durum ışıkla da yaşanabilir. Örneğin, bir ışık huzmesi cama temas ettiği zaman daha yavaş hareket eder ve bükülür ya da kırılır.

## Hey! Bunu Nasıl Yaptın? Dalgaların Sapması

Dalgalar bir *engelin veya* köşenin etrafından dönebilir. Esasında dalgaların bir engelin etrafından dönebilmesi fikri ilk başta tuhaf gelse de bu durumla sık karşılaşılmaktadır. Biri, başka bir odadan sizi çağırırsa o insanı göremeseniz bile kapı açıksa sesini duymanız mümkündür. Bunun sebebi, ses dalgalarının kapıdan geçebilmesi ve çevresinden dönebilmesidir (Aslında sesin bir kısmı da kendi odanızın duvarlarından gelen yankıyla ilgilidir.)

Dalga tankı, dalgaların sapmasını görebilmek için yine en iyi yollardan biridir. Bu sefer engelin üzerinde küçük bir delik olacaktır. Deliğin boyutu, dalga boylarının miktarlarıyla hemen hemen aynı veya biraz küçük durumda olmalı ve dalgalar da düz dalga olmalıdır. Dalgalar engele çarptığı zaman delikten bir dalganın çıktığı ve bu dalganın tüm yönlerde *Şekil 29*'daki gibi yayıldığı gö-



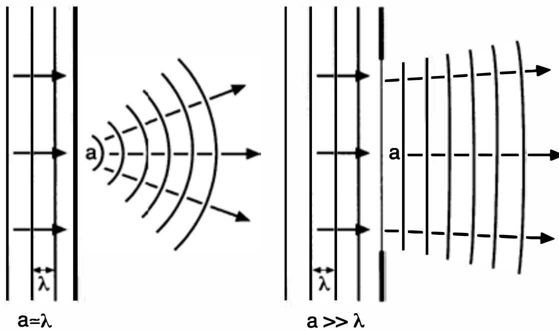

**Şekil 29.** Işığın küçük bir delikten geçişindeki sapması. Deliğin çapı (a) dalga boyundan (λ) bayağı küçük olmalıdır.

rülür. Engelin arkasında, deliğin hemen yanında bir dalga olduğu için dalganın deliğin köşelerinden dönerek ilerlediği söylenebilir *(Şekil 29)*.

Bu bir sapmadır ve Huygens'in ilkesinin bir sonucudur. Aynı olay ışıkla da meydana gelir fakat ışığın dalga boyu, sesinkinden çok daha küçük olduğundan deliğin bu durumda iyice küçük olması gerekir.

Bu, yan odadan gelen sesi kapı aralığından nasıl duyduğunuzu açıklar. Fakat sesin frekansını değiştirirseniz, bazı frekansların diğerlerinden daha iyi duyulduğunu fark edersiniz. Eğer dalga boyu delikten büyükse kırılma miktarı daha fazla olur ve ses daha iyi duyulur. 0,8 m'lik bir deliği ele alalım. Bu delikle uyumlu bir dalga boyuna denk gelen frekans değeri ise $f = v/\lambda = 344/0.8 = 430$ Hz olup bu değer orta Do'nun oktavından daha tiz bir yerde duran La sesini ortaya çıkarmaktadır. Yani bu La sesinden daha büyük dalga boyuna sahip seslerin (La'dan daha düşük frekanslı seslerin) aralıktan rahatlıkla kıvrılabileceği söylenebilir. Daha küçük dalga boyuna sahip sesler aynı başarı ile kıvrılamayacak ve iyi duyulamayacaktır.

Özet olarak sapma teorisi; deliğin boyunun, yani a'nın, sesin dalga boyundan küçük olduğu durumlarda kırılma miktarının yüksek olmasından dolayı sesin deliğin arkasındaki alana yayılacağını söyler. Eğer a yaklaşık olarak dalga boyuna eşitse hatırı sayılır bir sapma olacaksa da en yüksek şiddet delikten ileriye doğ-




**Şekil 30.** Dalgaların daha büyük deliklerden geçişi sırasındaki sapması.

ru uygulanacaktır *(Şekil 30)*. Eğer a dalga boyundan çok büyükse hemen hemen hiç sapma olmayacaktır.

Kırılma ayrıca sesin istikametindeki bir cismin çevresinde de gerçekleşebilir ve bu da cismin sesin dalga boyuna oranına göre oluşur. Genelde kırılma, büyük dalga boyları için daha yoğun yaşanır ($a << \lambda$ deliğin çapı: a). Bu, engellerin arasından bas seslerin, tiz seslere oranla daha iyi duyulabileceği anlamına gelir. Konserde önümde olan sütunun muhtemelen pek çok frekanstaki ses için ciddi bir etkisi yoktu. Sapma hadisesi, bir odanın ses yalıtımını sağlarken de önemlidir. Küçük aralıklar dışarıdan gelen seslerin odanın içinde rahatlıkla yayılmasını sağlayacağından çok istenen bir özellik değildir.

Ses sapmasını incelemenin başka bir yolu da onu ışıkla karşılaştırmaktır. Bir cismi aydınlatmak için kullanılan ışık ondan küçükse cismin görülemeyeceği, ışıkla ilgili bilinen bir özelliktir. Aynı sebepten dolayı bir ses dalgası kendi dalga boyundan çok daha küçük bir cismi "göremez."

## Sihirli Karışım: Dalgaların Girişimi

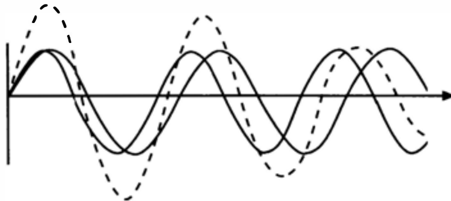
Dalgalar üst üste gelirse ne elde edersiniz? Bunu keşfetmenin en iyi yolu tekrar ipimize dönmektir. İpin üzerinde birbirlerine ters yönde seyreden iki dalgamız olduğunu varsayalım. Hatta ikisinin de genliklerinin eşit olduğunu ve tepe halinde hareket ettiklerini de düşünelim. Söz korusu iki tepe buluştuğu zaman üst üste eklenecceklerdir. İki tepenin buluştuğu durumda her ikisi birbirlerini yapıcı yönde etkileyecekler ve eğer öncesinde bir birimlik genlik değerlerine sahiplerse birbirlerine eklendikleri zaman iki birimlik bir tepe genliğine ulaşacaklardır (tam olarak aynı fazda oldukları zaman). Aynı durum iki çukurun birbirleriyle buluştuğu durumda da geçerlidir. Yeni oluşan büyük çukur fazla uzun yaşamasa da dalgalar birbirlerinin içinden geçerek orijinal yönlerinde buluşmadan önceki hızları ve dalga boylarında hareket etmeye devam ederler.

Şimdi aynı genlikte olan ancak biri tepe diğeri de çukur olarak hareket eden iki dalganın birbirlerine doğru geldiği durumu değerlendirelim. Bu durumda dalgalar iç içe geçerken birbirlerini tahrip edeceklerdir. Bu duruma *yıkıcı girişim* denilir. Genlikler aynı olduğu zaman girişim anında ipte hiç kıpırdama olmayacaktır (tepkisiz) ancak girişim noktası aşıldıktan sonra dalgalar girişimden önceki hallerindeki hareketlerine devam edeceklerdir.

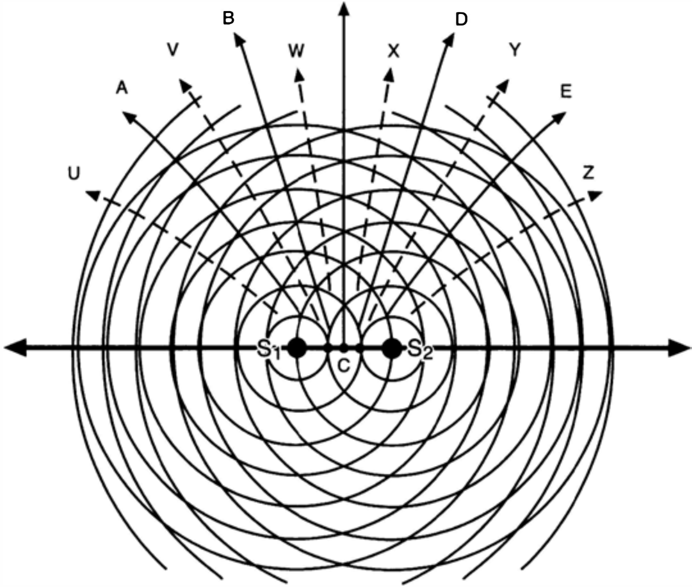
İki dalganın yapıcı veya yıkıcı yönde girişim içine girmeleri için aynı genliğe sahip olmaları şart değildir. Örneğin, iki birimlik bir tepe, bir birimlik bir çukur ile karşılaşırsa buradaki girişim bir birimlik bir tepe ortaya çıkarır. Temel olarak girişim sonrası ortaya çıkacak dalganın yapısını keşfetmek için *çakışma prensibi* uygulanır. Dalgalar söz konusu olduğu zaman bu prensip şu şekilde ifade edilebilir:

> İki dalga girişime uğradığı zaman herhangi bir konumda ortaya çıkan yer değiştirme, o konumdaki dalgaların yer değişikliklerinin cebirsel toplamına eşittir.

Bu prensibi, iki dalganın etkileştiği her an uygulayabiliriz. Sağa doğru giden ve genlik değeri 3 birim olan bir dalga ile sola doğru hareket eden 2 birimlik genlik değerine sahip iki dalgamız olduğunu varsayalım. İki dalga bir araya gelince sonuç olarak ortaya çıkan, dalganın yapısını çakışma prensibini dalganın üzerindeki her noktada uygulayarak tespit edebiliriz. İki dalga tam olarak aynı fazda ise *Şekil 31*'de gösterilen durum ortaya çıkacaktır. Çakışma prensibi uygulandığı zaman sonuç olarak ortaya çıkan dalganın genliği 5 birim olacaktır. Yeni dalganın tam şeklini elde edebilmek için çakışma prensibini dalga boyundaki her noktada uygulamamız gerekir.



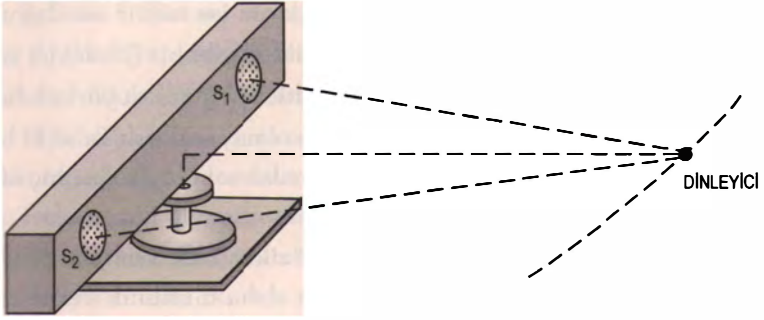
**Şekil 31.** İki dalganın üst üste çakışması.



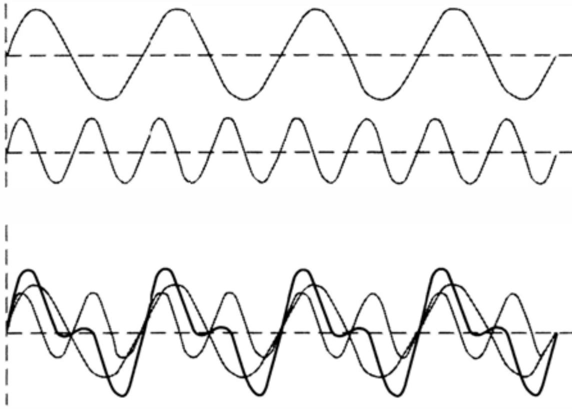

**Şekil 32.** İki yakın karışma süreci sonunda ortaya çıkan titreşim tankı görüntüsü. Noktalı çizgiler aynı fazda olmayan dalgaları temsil ederken, kesintisiz çizgiler ise aynı fazdaki dalgaları temsil ederler.

Girişim ve çakışma prensibini sese uygularken de temel ilke, sıkışma ve gevşeme konularını dikkate almamız gerekliliğini göz önüne almak şartıyla aynıdır. Yapıcı ve yıkıcı girişimler yine oluşur ve çakışma prensibi benzer bir biçimde uygulanabilir. Örneğin, her biri bir birimlik büyüklüğe sahip iki adet sıkışma birleşirse, iki birimlik bir sıkışma oluşur. Aynı şekilde aynı büyüklükteki bir sıkışma ve gevşeme birbirlerini hükümsüz kılacak ve ortaya hiç ses çıkmayacaktır.

Bu tartışma kolaylıkla iki boyuta uygulanabilir ve bu durumu temsil etmenin en iyi yolu, yine bir dalga tankı kullanmaktır. Eğer sivri bir cisim suyu karıştırırsa, dalgalar gittikçe genişleyen daireler halinde karışım noktasını merkez alarak yayılmaya başlar ve tepeler ile çukurlar kolaylıkla görünebilir halde olur. Fakat birbirlerine yakın iki sivri cisim aynı anda suyu karıştırırsa, her birinin çevresinde bir dizi halka oluşur ve bu halkalar dışa açıldıkça di-




**Şekil 33.** İki ayrı kaynaktan dinleyiciye gelen ses dalgaları.



**Şekil 34.** İki sesin çakışması. **Üstte:** Birbirinden bir oktav uzaklıktaki iki notanın dalga formları. **Altta:** İkisinin kombinasyonu.

ğer cismin halkalarıyla girişim haline geçer. Bazı noktalarda yapıcı bir girişim gözükürken, bazı noktalarda da yıkıcı bir girişim gözükecektir. Sonuç olarak *Şekil 32*'deki gibi bir görüntüye ulaşılır.

Aynı etkiyi ses için yaratmanın en mükemmel yolu ise bir kutuya belli bir mesafede sabitlenmiş iki adet hoparlör kullanmaktır *(Şekil 33)*. Her iki hoparlörün de aynı frekansta sinyal verdiklerini varsayabiliriz. Ses dalgaları küreler halinde yayılacak ve titreşim tankında olduğu gibi birbirlerine girecektir. Belirli noktalarda sıkışmalar diğer sıkışmalarla, gevşemeler ise diğer gevşemelerle çakışır ve bu bölgelerde ses şiddeti en yüksek seviyeye ulaşır. Sı-

kışmaların gevşemelerle çakıştığı noktalarda ise hiçbir ses duyulmaz. Bu demektir ki eğer şekilde gösterildiği gibi bir "dinleyici yayı"nda geziyorsanız, bazı noktalarda şiddetli bir ses duyarken bazı noktalarda ise ses duymanız mümkün olmayacaktır (Tabii ki bu durumda odanın duvarlarındaki yansımalar sebebiyle size hiç ses gelmediğini varsayıyoruz).

Daha sonra da göreceğimiz gibi, müzikte belli seslerin çakışması işitme açısından diğerlerinden çok daha mutluluk verici sonuçlar sunar. Bir çalgıdan, frekans olarak biri diğerinin iki katı oranında değere sahip iki notanın çıkarıldığı durumu ele alalım (tonların saf-sinüs eğrisi özelliği taşıyan bir yapıya sahip olduğunu varsayalım). Bu ses aralığı bir oktav olarak adlandırılır ve ortaya çıkan sonuç *Şekil 34*'te gösterilmiştir. Sonucun düzenli bir şekilde kendini tekrar eden bir kalıp olduğunu görürüz. Bu sesi işitmek memnuniyet verir ve bu yüzden müzikal olarak görülebilir. Diğer taraftan birbirleriyle oranları 3:2 olan iki sesi de çakıştırırsak aynı şekilde düzenli ve memnuniyet verici bir sonuç elde ederiz. Bu durumda iki ses birbirlerinden, müzikte çok önemli bir aralık olan bir beşli kadar uzaktadır. Bunun yanında, büyüklükleri arasında hiçbir açık matematik ilişkisi olmayan iki frekansı çakıştırırsak, ortaya çıkan motif, düzenli ve kulağa hoş gelen bir sonuç vermez. Böylesi bir sese "gürültü" diyoruz.

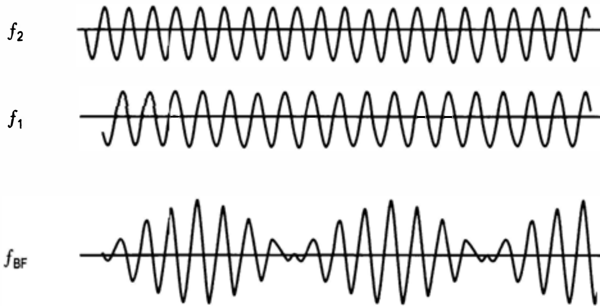
Aralarında çok az frekans farkı olan iki ses tınladığı zaman, vuru dediğimiz şeyi duyarız. Vurular örneğin, iki kemanın aynı sesi çaldığı ancak birinin hafifçe akordunun bozuk olduğu durumda çıkabilir. Bu olayı örneklemenin güzel bir yolu aynı frekansı çıkaran iki adet diyapazon kullanmaktır. Diyapazonlardan birinin ucuna bir lastik bant bağlanırsa çıkardığı frekans değişiklik gösterir. Eğer iki diyapazon aynı anda tınlatılırsa onlardan çıkan ses şiddeti periyodik olarak yükselip alçalır ve kısa sürede vurular ortaya çıkar. İki dalganın frekansları birbirlerinden az miktarda farklı olduğu için çıkardıkları sesler kulağınıza önce farklı fazlarda gelirken, kısa bir an sonra aynı fazda gelir ve bu faz örtüşmesi-farklılaşması bu şekilde devam eder *(Şekil 35)*. Vuru frekan-

sı ilgili iki frekansın farkıyla temsil edilir: $f_{vuru} = f_1 - f_2$, burada $f_1$ ve $f_2$ iki diyapazonun frekanslarını vermektedir. Biriyle kaynaşan her iki tonun genel frekansı ise $f = (f_1 + f_2)/2$ yoluyla bulunur.

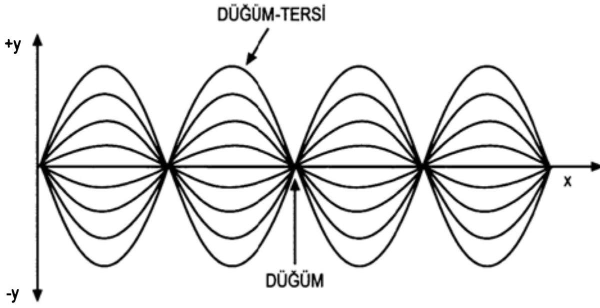
Piyano akortçuları akort esnasında vurulardan istifade ederler. Akortçu önce piyanodaki bir sesi tınlatır ve hemen arkasından aynı frekanstaki diyapazona dokunur. Eğer akortçu vuru hissederse ilgili notanın frekansının olması gerekenden biraz faklı olduğu anlaşılır. Ardından akortçu teli, vurular ortadan kaybolana kadar sıkar veya gevşetir.

## Hareketsiz Ses: Duran Dalgalar

Daha önce gördüğümüz gibi bir dalga sabit bir engelden yansıtılınca, yansıyan dalga ile birbirine girerek üst üste çakışırlar. Çoğunlukla ilk dalga ile yansıyan dalganın çakışması sonucu düzgün olmayan ve kendini tekrar etmeyen bir dalga oluşur. Aslında pek çok düzensiz hareketin ortasında dalga motifinin ayırt edilmesi oldukça zor olabilir. Fakat yine de düzenli bir dalga motifi üretebilmeniz de mümkündür. Bunun nasıl yapılabileceğini görmek için yine bir tarafı sabitlenmiş bir ipi kullanabilirsiniz. Eğer ipe tam doğru frekansı verip bunu düzgün bir şekilde yapabilirseniz, bir *duran dalga* elde edebilirsiniz. Bu durumda dalganın üzerindeki bazı bölgelerin sabit bir pozisyonda durduğu görülecektir. Bunlara *düğüm* adı verilir. Düğüm bölgeleri arasındaki bölgeler-




Şekil 35. Yakın ilişkideki iki frekanstan "vuruların" üretilmesi (BF (Beat Frequency) =Vuru frekansı).




Şekil 36. Bir duran dalga üzerindeki düğüm ve düğüm-tersinin gösterimi.

de ise ipte düzenli olarak aşağı-yukarı hareket eden bir yer değiştirme gözlenecektir.

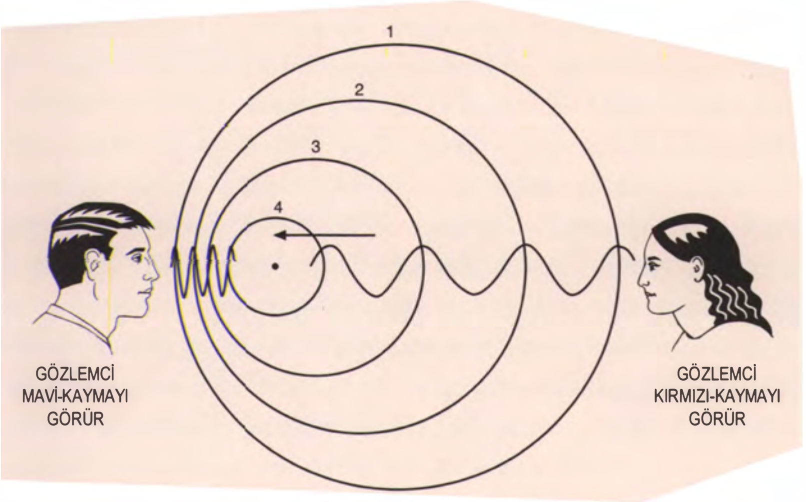
Böylesi bir dalgayı oluşturabilmek için mükemmel bir zamanlamaya ihtiyacınız vardır. Öyle ki tam ipin uzak ucundan bir tepe hareketlendiği anda ipte bir tepeyi de siz başlatmalısınız. Bu durumda tüm süreçte sağa ve sola doğru hareket eden bütün dalgalar olacak ve sağa giden dalgalar sola giden dalgalar ile buluşunca girişim ortaya çıkacaktır. Dalgalar hem yapıcı hem de yıkıcı bir biçimde girişecek; yıkıcı girişim olduğunca bu dalgalar ipin üzerinde hiç hareket etmeyen periyodik noktalar bırakacaklardır. Bunlar genelde N harfi ile gösterilen düğüm noktalarıdır. Girişim, yapıcı yönde olunca ise dalgalar yüksek yer değişimli bölgeler oluşturacaklardır ki düğüm bölgeleri arasında yer alan bu bölgelere *Şekil 36*'da görüldüğü üzere *düğüm-tersi (Anti Nodes, AN)* denmektedir.

Duran dalga esasında bir dalga değildir. Bu yapı, aynı frekans ve genlik değerine sahip olup, farklı yönlerde hareket eden iki noktanın birbirine girmesi sonucu oluşan bir motiftir. Düğüm ve düğüm-tersi bölgeleri bu girişimin sonucu olarak oluşmaktadır. Düğüm bölgeleri bir dalganın tepesinin diğer dalganın çukuru ile veya bir dalganın yarım tepesinin diğer dalganın yarım tepesi ile buluşması benzeri olaylar sonucu oluşur. Düğüm-tersi bölgeleri ise örneğin bir dalganın tepesinin diğer bir dalganın tepesi ile buluşması gibi yapıcı girişimlerin oluştuğu noktalarda ortaya çıkar.

Düğüm-tersi, her daim yüksek pozitif ve negatif yer değiştirmeler arasında ileri geri titreşmek suretiyle hareket halindedir. Şekilden kolaylıkla tespit edilebileceği gibi duran dalganın (L) her döngüsü yarım bir dalga boyuna eşittir. Bu durum matematiksel bir gösterimle $L=\lambda/2$ olarak ifade edilebilir. Daha sonra da göreceğimiz üzere duran dalgalar, çalgılar açısından çok önemlidir.

## Doppler Etkisi

Ses dalgaları ile ilişkili başka ilginç bir etki de Avusturyalı fizikçi Christian Doppler'in ismiyle anılan Doppler etkisidir. Doppler, bu etkiyi doğru bir şekilde açıklayıp, bunun için bir de formül üretmeye muvaffak olan ilk kişiydi. Hiç şüphesiz sizler de bu olaya yaklaşan bir otomobil veya trenle ilişkili olarak aşina olmalısınız. Eğer otomobilin kornası yüksek sesle ötüyorsa, otomobil yanınızdan geçerken sesin frekansında açık bir değişim sezersiniz. Doppler bunu, size doğru hareket eden bir cisimden gelen ses dalgalarının birbirlerine doğru sıkışarak daha kısa ses dalgaları (daha yüksek frekanslar) üretip sonra da duracaklarını söyleyerek açıklamıştır. Sesin kaynağı sizden uzaklaşırken ise dalgalar dışa doğru gerilir ve frekans düşer *(Şekil 37)*.




Şekil 37. Doppler etkisinin basit bir çizimi. Örnek ışık için verildiyse de ses için de sonuç aynıdır.

Doppler, bu olayı açıklayabilecek matematiksel bağlantıyı 1842 yılında ortaya koydu. Bilhassa bu etkinin hem kaynak hareket halindeyken (ve gözlemci dururken) hem de gözlemci hareket halindeyken (ve kaynak dururken) oluştuğunu gösterdi. Doppler, birkaç yıl sonra da etkiyi açıkladı ve bu etki deneysel olarak bir tren tarafından çekilen bir açık yük vagonu ile örneklendi. Yük vagonunun üzerine trompetçiler yerleştirildi ve rayların yanında duran müzisyenler tren yanlarından geçerken frekansları kaydettiler. Doppler'in formülü bu şekilde doğrulanmış oldu.

# 2

# Müziğin Yapı Taşları

# Müziği Güzelleştirmek

## Karmaşık Müzikal Sesler

Hiç kendinize bir kayıt veya konser anında acaba müziği böylesine çekici hale getiren nedir diye sordunuz mu? Bu sorunun tabii ki pek çok cevabı vardır. Müzik anıları hatırlatabilir, içinizi ısıtabilir, hatta gökyüzüne yükselmenize yardımcı olabilir (ya da en azından öyle hissetmenizi sağlar) veya sadece kulağınıza hoş gelir. Hangi sonuca ulaşmış olursanız olun müziğin kendinizi iyi hissetmenizi sağladığına dair hiçbir şüphe yoktur. O zaman bu hissi ortaya çıkaranın ne olduğunu sorgulamamız gerekir. Ezgi ve ritim kesinlikle önemlidir ancak doğrudan farkına varamadığınız bazı etkenler de gündemde olabilir. Armoninin "zenginliği" ve karmaşıklığı bu keyfi arttırır. Piyanoda veya başka bir çalgıda tek bir nota çaldığınız zaman tek bir notayı veya frekansı elde ettiğinizi düşünseniz bile durum öyle değildir. Kulak zarınıza pek çok değişik frekans çarpmaktadır ve tabii ki bir orkestradan çıkan müzik çok daha karmaşıktır. Bu bölümde bu karmaşıklığı gözden geçirerek bu özelliğin neden müziği çekici hale getirdiğini araştıracağız.

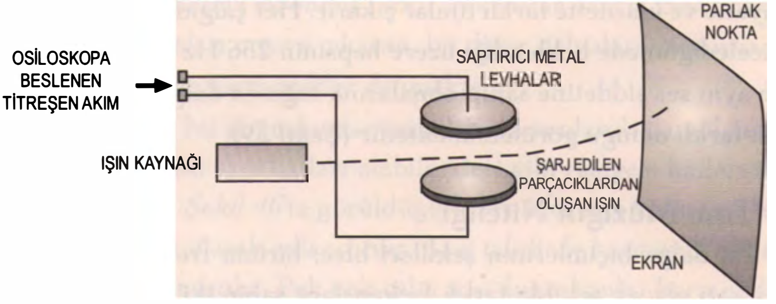
## Müziği "Görmek"

Eğer bir nota ı, örneğin orta Do' u keman, piyano ya da klarnet gibi çeşitli çalgılardan dinlerseniz sesin hangi çalgıdan çıktığını kolaylıkla anlayabilirsiniz. Tüm bu çalgılar 256 Hz'lik bir frekans ile titreşir fakat ses şiddetleri aynı olsa bile farklı tınılar ortaya çıkarırlar. Biz de bu farkı rahatlıkla işitebiliriz. Fakat madem bu tınılar farklı, bu farklılığı tespit etmenin de bir yolu olmalı. İhtiyacımız olan sese doğrudan bakmamızı ve müziği "görmemizi" sağlayacak bir yoldur ve bu yolu keşfetmek için iki cihaz gerekir: Bir mikrofon ve bir osiloskop. Her ikisi de gayet karmaşık olduğundan, çalışma detaylarına girmeden bu cihazları ana hatlarını anlatacağım. Kitabın ilerleyen kısımlarında bu konudan ayrıntılı olarak bahsedeceğim.

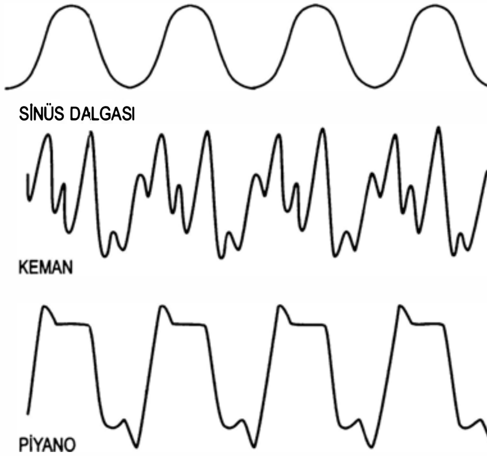
Mikrofonun temel aksamını elektrik yüklü bir çift metal tabaka oluşturur. Diyafram olarak da adlandırılan dış mikrofon, sesinizle yarattığınıza benzer bir hava basıncı dalgası kendisine temas ettiğinde titreşecek kadar incedir. Bu titreşimler, diyaframın genliği ile orantılı küçük elektrik akımlarının dış bir devre boyunca akmasını sağlar. Bu yüzden söz konusu akım ses titreşimlerinin "kodlanmış" bir kopyasıdır. Sonuç olarak bu sürecin etkisiyle titreşim sinyali eşdeğer bir elektrik sinyaline dönüşmüş olur.

Titreşimi taşıyan elektrik akımı, sonrasında bir osiloskopa iletilir. Eğer osiloskopun ne olduğunu bildiğinizden emin değilseniz oturma odanızın içindeki televizyonun kalbinin bir osiloskop olduğunu aklınıza getirin. Bir ışık huzmesi, televizyon ekranını saniyede binlerce kez süpürür. Her süpürmeden sonra da biraz aşağı hareket ederek tüm ekranı taramış olur. Bu huzme, ekranın belirli bir güçle parlamasını sağlar ve her noktadaki şiddet sürekli değişim gösterdiğinden bir resim ortaya çıkar.

Aynı şekilde mikrofonumuzdan titreşerek çıkan akım bir osiloskoptaki iki metal tabakayla beslenir *(Şekil 38)*. Bir ışın bu tabakaların arasından geçer ve tabakalardaki şarja göre sapma gösterir. Başka bir de işle kendisine uygulanan titreşimli elektrik akımının değiştiği yönde değişim gösterir. Sonuç olarak televizyon ekranın-




**Şekil 38.** Osiloskopun basit bir temsili.




**Şekil 39.** *Aynı nota*nın bir sinyal üreticide, bir keman ve bir piyanoda tınlaması.

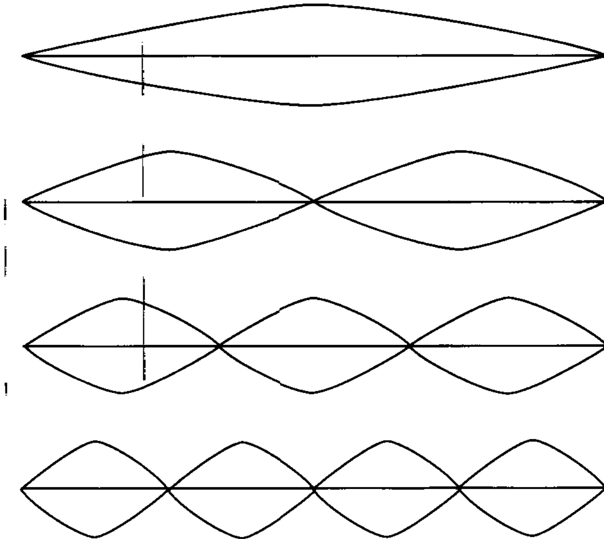
da olduğu gibi, söz konusu ışın ekran yüzeyini saniyede yüzlerce kez tarayan bir hızla tüm ekranı kaplayana kadar dolaşır.

Burada gördüğümüz, mikrofona çarpan ses dalgasının bir "resmidir." Eğer ses bir diyapozondan çıkan ses gibi safsa, mükemmel bir sinüs eğrisi elde eder ve bu sesin frekansını ve dalga boyunu ekran üzerinde yapılan ölçümler aracılığıyla kolaylıkla tespit edebiliriz. Fakat bir çalgıdan gelen ses ekrana yansıtıldığında bu sesin görüntüsünün gayet farklı olduğunu hemen anlarız. Şimdi temel soruyu cevaplayabiliriz: Neden orta Do gibi bir nota keman,

piyano ve klarnette farklı tınılar çıkarır. Her çalgıdan çıkan sesleri incelediğimizde beklendiği üzere hepsinin 256 Hz'lik bir frekansa ve aynı ses şiddetine sahip olmalarına rağmen dalga tiplerinin gayet farklı olduğu görülebilmektedir *(Şekil 39)*.

## Tını: Müziğin Niteliği

Bu dalga biçimlerinin şekilleri bize, birinin frekansı diğerinin iki katı olacak şekilde farklı frekanslara sahip iki saf sesi üst üste eklediğimiz zamanki durumu hatırlatır. Hatta bu süreci birinci sesin katları boyutunda dalga boylarına sahip sesler için uygulamaya devam etseydik her ne kadar dalgayı gittikçe daha karmaşık bir hale getiriyor olsak da periyodik yapısını bozmuş olmazdık. Bu tartışmadan çıkaracağımız sonuç ise herhangi bir çalgıdan çıkan sesin örneğin, orta Do'nun değişik frekanslara sahip çeşitli dalga boylarından ortaya çıkmış olmasıdır. Aslında pek çok durumda bu frekanslar arasında sayısal bir ilişki olduğunu göreceğiz. Başka bir deyişle diğer frekanslar, ilk frekansın katlarıdır. Aynı notayı çeşitli çalgılarda farklı kılan da budur. Her biri aynı toplam frekansta ol-



**Şekil 40.** Doğuşkanlar. En üstteki temel frekanstır.

sa da bu nota üzerine eklenmiş farklı frekanslar vardır. Söz konusu diğer frekansları ortaya çıkaran, bu diğer dalgalara *doğuşkanlar* veya bazen de harmonikler denmektedir.

Uygulamada bu doğuşkanlar *temel frekans* olarak da adlandırılan ilk sesin tam sayı katları olabildikleri gibi rastgele katları da olabilir. Bunlar *Şekil 40*'ta görüldüğü üzere tam sayı katlar ise bu sesler harmonik olarak adlandırılır. Aksi takdirde harmonik olmayan olarak adlandırılır. Pek çok çalgı için doğuşkanlar harmoniktir, sadece zil ve çan gibi çalgılar harmonik olmayan doğuşkanlara sahiptir.

Bu sebeple neredeyse tüm dikkatimizi harmonik üst tonlar üzerinde yoğunlaştıracağız.

Bir sesin dalga boyunda, çalgıdan çalgıya görülebilen farka, bu çalgının sesinin *tınısı* veya *niteliği* adı verilir. Tınılara, farkında olmadan her gün temas etmektesiniz. İnsan sesi de çeşitli doğuşkanlardan meydana geldiği için kişiye özel yapıdadır. İşte bundan dolayıdır ki telefondaki bir insanın kim olduğunu, onu görmeden de bilebilirsiniz.

Bir sesin tınısı ya da niteliği doğuşkanların etkisinin sonucu olarak oluşsa da bu özelliği etkileyen başka şeyler de vardır. Örneğin, bir keman telini ele alalım. Bu teli çektiğiniz zaman ortaya çıkacak sesin, tele yay ile temas ettiğiniz zaman çıkacak olan sesten farklı olacağını bilirsiniz. Sesin niteliğindeki bu değişim *atak* veya ses üretme yönteminin bir sonucudur. Sesin *sönmesi*, başka bir deyişle ses kaybolana kadar geçen zaman da önemlidir.

## Karmaşık Sesler: Müziği Analiz Etmek

Bir müzik notasının pek çok frekansın birleşimiyle oluşmasına rağmen, bu notanın *analiz* denilen bir süreç aracılığıyla saf seslere veya tekil frekanslara ayrılabilmesi de mümkündür. Bu işlem, günümüzde modern elektronik cihazlarla daha kolay yapılabilmektedir. Müzik açısından bu işlemin tersi yani karmaşık bir ses çıkarabilmek için pek çok frekansın bir araya getirilebilmesi de önemlidir. Frekansların birleştirilmesi işlemine *sentez* denirken, bunu yapan elektronik aletlere ise *sentezleyici* adı verilir.

Gelin sentezleyicileri daha ayrıntılı bir şekilde inceleyelim. İlk akla gelen sorulardan biri şudur: Yeterli sayıda harmonik birbirine eklenirse istenilen her biçimde dalga elde etmek mümkün müdür? Bu sorunun cevabı, evettir. Bunun yapılabileceğini ispatlayan kişi Fransız Jean-Baptiste Fourier'dir. Fourier'nin özellikle müzikle, hatta ses ile ilgilendiğine dair çok az bilgi vardır. Asıl ilgi alanı, ısının bir noktadan diğerine nasıl aktığıdır ve ısı teorisi alanına önemli katkılarda bulunmuştur. Fakat bu süreç içinde, tüm dalgalara uygulanabilen Fourier kuramını ortaya koymuştur ve bu kuram yine dalgalardan oluşan ses ile müziğe de uygulanabilmektedir.

Fourier kuramı aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

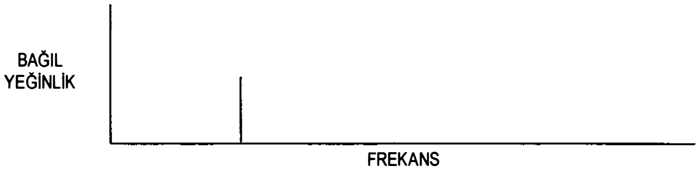
*f* frekansına sahip herhangi bir titreşim eğrisi *f*, 2*f*, 3*f*,... frekanslarına ve kendilerine özgü genlik değerlerine sahip olan basit sinüs eğrileri kümesine bölünüp analiz edilebilir.

Konu ses olunca bu "basit sinüs eğrileri" veya dalgalar, harmonikleri temsil eder ve ifade ettiğimiz gibi ilk harmoniğe temel frekans, bu frekansın katlarına ise doğuşkanlar adını veririz. Bu yüzden temel sesin frekansı 200 Hz ise birinci harmonik sesin frekansı 400 Hz, ikinci harmonik sesin frekansı 600 Hz olmalıdır. Tüm bu frekanslar aynı anda tınlamaktadır. Dolayısıyla bir müzisyen tek bir notayı icra ettiği zaman esasında pek çok frekansı beraber icra eder. Buna ek olarak, eğer aynı nota iki müzisyen örneğin, iki kemancı tarafından icra ediliyorsa kemanlar birbirleriyle tam olarak akortlu olsalar bile iki nota aynı olmayacaktır. Bunun sebebi, hiçbir çalgının bir diğeri ile yapısal olarak aynı olmamasıdır. Aynı zamanda hiçbir kemancının yay çekişi de başka bir kemancınınki ile aynı değildir. Sonuç olarak iki keman arasında hatta çıkan sesin ikinci, üçüncü ve daha yüksek derecedeki harmonikleri arasında vurular oluşacaktır. Ancak bu etki sesin kıymetini azaltmaz. Tam tersine bu etkinin bütünü olarak kabul edilen koro etkisi, sesin zenginliğini arttırır.

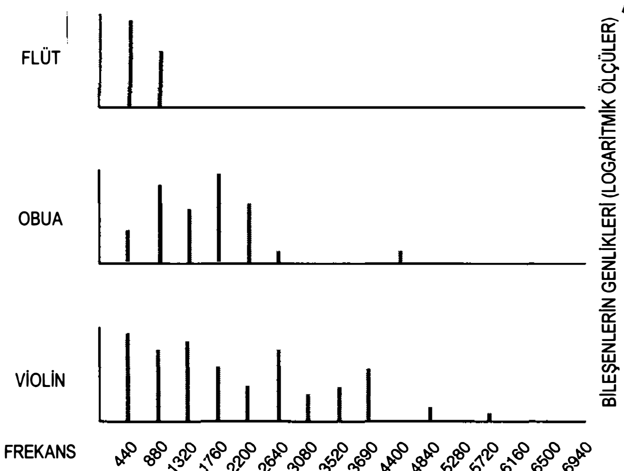
## Harmonik Tayflar

Hangi doğuşkanların mevcut olduğunu ve genliklerinin büyüklüğünü göstermenin en iyi yollarından biri de çubuk grafiği kullanmaktır. Çubuk grafiği, frekansın gürlüğe veya genliğe göre değişimini gösteren bir grafiktir ve seslerin frekansları müstakil olduğundan, bir seri dikey çizgi olarak görünür. Frekans, yatay eksende gösterilirken ilgili bağıl yeğinlik ise dikey eksende görüntülenir. Genel olarak temel frekans 1,0 değeri ile gösterilir ve doğuşkanlar bununla orantılı olarak işaret edilir. *Şekil 41*'de saf bir sesin grafiği gösterilmiştir. Ancak pek çok çalgı *Şekil 42*'de görüldüğü gibi gayet karmaşık tayflara sahiptir.

Bu grafikler bizlere, müzikal sesleri "görünür" hale getirmenin mükemmel bir yolunu gösterir. Bu grafikler aracılığıyla hangi do-




**Şekil 41.** Bir saf sesin çubuk grafiği (tayfı).

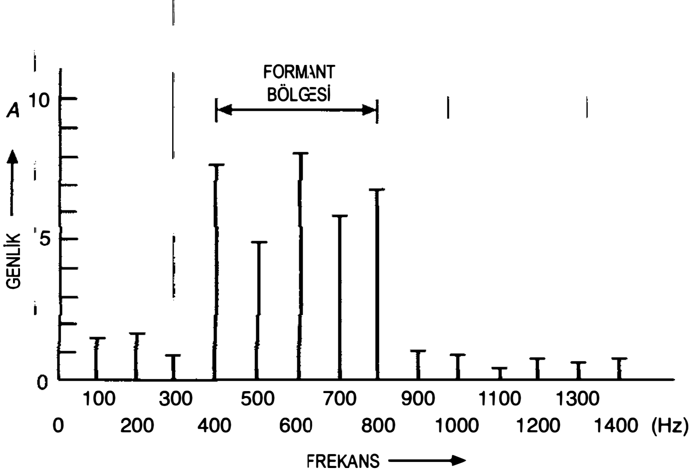



**Şekil 42.** Flüt, obua ve keman için çubuk grafik (frekans tayfı).

ğuşkanların mevcut olduğunu ve bunların yeğinliklerini anında görmemiz mümkün olur. Ayrıca değişik çalgıların tayfları birbirlerinden farklı olmakla birlikte tek bir çalgının ses tayfı bile icra edilen sese göre farklılık gösterir (Örneğin Do notası Fa notasından daha farklı bir aralığa sahip olacaktır).

## Formantlar

Her çalgının kendine özel bir harmonik tayfı olduğundan, belirli bir çalgı için söz konusu tayfın değişmez olduğu düşünülebilir. Ancak durum böyle değildir. Bir çalgının karakteri ancak harmonik tayfın yanında pek çok başka özelliğin de devreye alınması ile tanımlanabilir. Bu özelliklerle ilgili en önemli bilgilerden biri, harmonik yapının gürlüğe bağlı olmasıdır. Gür notalar genellikle daha fazla yüksek frekanslı harmonik barındırırlar. Buna ek olarak notayı çalan müzisyen de bir farklılık yaratır zira her müzisyen o sesi az da olsa farklı icra eder ve daha önce de gördüğümüz gibi atak hamlesi ve sönme süresi de bu konuda farklılık yaratır. Bu yüzden bir çalgının harmonik tayfı ile ilgili bilgiyi, bu çalgının *formantı* ile desteklemek çok faydalıdır. Bir müzikal sesin formantı, ses enerjisinin çoğunun yoğunlaştığı bir bölgeyi temsil eder *(Şekil 43)*. Bu bölgenin, temel frekans civarındaki frekans değer-

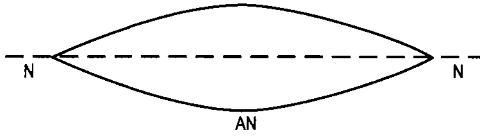



**Şekil 43.** Formant bölgesini gösteren çubuk grafik

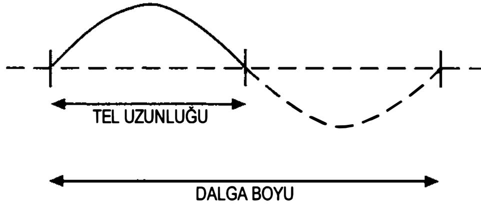
lerini kapsadığı düşünülecek olsa da bu her zaman böyle olmayabilir. Genelde yüksek harmonikler daha gürdür ve çalgının da tınısını belirlerler.

## Nasıl Böyle Titreşebilir? Gergin Bir Telin Titreşimsel Halleri

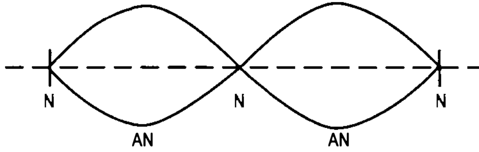
Gergin bir tel, pek çok harmonikle titreştiği zaman tüm harmonikler bu titreşim içinde yer alır. Bu, bir tel için çok zor bir iş olarak görülebilir. Nasıl bir hamlede tüm bu değişik şekillerde titreşebilir? Keman, gitar ve piyanonun da dâhil olduğu pek çok çalgının titreşen telleri olduğu için gergin bir telin titreşimsel hallerini gözden geçirmek öğretici olabilir.



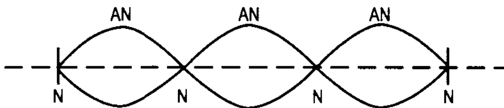

**Şekil 44.** Bir telin temel frekansı.




**Şekil 45.** Dalga boyunun tel uzunluğunun iki katına eşit olmasına dikkat.




**Şekil 46.** İlk doğuşkan (veya ikinci harmonik), üç düğüm ve iki düğüm-tersi ile bir dalga boyundadır.




**Şekil 47.** İkinci doğuşkan (veya üçüncü harmonik).

Belli bir uzunlukta ve rezonans frekansında veya doğal frekansında titreşen bir teli ele alalım. Her doğal frekans, kendine özgü titreşim halini veya duran dalga motifini yaratır ve biz de işte bu duran dalga motifini ele alacağız.

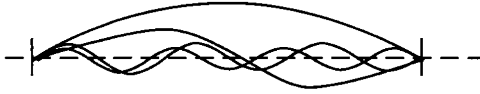
Teli *Şekil 44*'te görüldüğü üzere iki noktadan sabitleyerek başlayalım. Bu iki nokta, kıpırdayamadığı için düğüm noktası olarak kabul edilebilirken bu iki noktanın arasında da bir veya daha fazla düğüm-tersi noktası mevcuttur. Sadece bir düğüm-tersi noktası varsa bu noktadaki harmonik temel frekanstır; bu ses bazen birinci harmonik olarak da adlandırılabilir. Bu harmonik, en uzun dalga boyuna sahip olacaktır. Aslında bu uzunluk iki düğüm noktası arasındaki mesafenin iki katına eşittir *(Şekil 45)*.

İkinci harmonik veya birinci doğuşkan, telin ortasındaki bir düğüm noktasıyla titreşmesi durumunda meydana gelir. Bu durumda telde üç düğüm (N) iki de düğüm-tersi (NA) noktası olacaktır *(Şekil 46)*. Şekilde de gördüğümüz gibi iki uçtaki düğüm noktalarına tam olarak bir da ga boyu sığar, dolayısıyla bu dalga boyu (λ) telin uzunluğuna (L) eşittir. Üçüncü harmonik veya ikinci doğuşkan için ise bir düğüm noktası daha eklememiz gerekir ve böylelikle toplamda dört düğüm ve üç düğüm-tersi noktası elde etmiş oluruz *(Şekil 47)*.

Daha üst harmoniklerde de döngü uzunluğu aynıdır. Üçüncü harmonik için telin uzunluğu boyunca bir buçuk dalga boyumuz vardır ki bu da telin uzunluğu boyunca 3/2'lik bir dalga boyu olduğu anlamına gelir. Bu durumda ortaya bir motifin çıktığını fark edebiliriz: Bir üstteki her harmonik, yeni bir yarım dalga boyu ekler. Bu motife göre temel frekans için uzunluk L=λ/2 olarak kabul edilebilirken, ikinci harmonik için uzunluk L=2λ/2=λ tanımlana-

**Tablo 3.** Tellerde ve borularda çeşitli harmonikler için düğüm ve düğüm-tersi noktaları

| | | Teller | | Borular | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Harmonik | Dalgaboyları | Düğüm Noktası | Düğüm-Tersi Noktalar | Düğüm Noktası | Düğüm-Tersi Noktalar | Uzunluk Dalga Boyu İlişkisi |
| 1 | 1/2 | 2 | 1 | 1 | 2 | λ = 2L |
| 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | λ = L |
| 3 | 3/2 | 4 | 3 | 3 | 4 | λ = 2/3L |
| 4 | 2 | 5 | 4 | 4 | 5 | λ = 1/2L |
| 5 | 5/2 | 6 | 5 | 5 | 6 | λ = 2/5L |



**Şekil 48.** Aynı anda titreşen tüm harmonik sesler.

cak ve üçüncü harmonik için aynı uzunluk L=3/2λ olarak gösterilecektir. Bu şekilde devam edecek bu sayısal ilişkideki formülleri kolaylıkla λ için çözebiliriz. Ortaya çıkan sonuçlar Tablo 3'te özetlenmiştir.

Şu ana kadar frekanslarla ilgili hiçbir şey söylemedik. Ancak bir telin –örneğin bir gitar telinin– frekansının telin gerginliğine ve doğrusal yoğunluğuna (bu kavramın tanımı çok karmaşık olduğundan bu konunun ayrıntısına girmeyeceğiz) bağlı olduğu iyi bilinir. Bu demektir ki teli sıkarak veya gevşeterek frekansı değiştirebiliriz. Örneğin, 70 cm'lik bir teli uygun bir şekilde gerip 375 Hz'lik bir frekansı üretecek bir akorda getirebiliriz. Yine biliyoruz ki hız (v), frekans ($f$) ve dalga boyu (λ) arasında da $v=\lambda f$ olarak özetlenebilecek bir ilişki vardır. Tablo 3'ü kullanarak dalga boyunu $\lambda=2L/n$ olarak ifade edebiliriz; burada n bir tamsayıdır. Buna göre, dalgaların hızını da aşağıdaki gibi hesaplayabiliriz:

375 Hz X λ = 375 (1,4) = 525 m/saniye.

Fakat dalganın hızı dalganın özelliklerine değil, sadece gerginlik ve yoğunluğa bağlıdır, dolayısıyla tüm dalgalar frekansları veya dalga boyları ne olursa olsun aynı hıza sahip olacaklardır. Bu yüzden ikinci harmonik sesin frekansını hız formülünü ($v=\lambda_2 f_2$) kullanarak ve $\lambda_2$= L kabulünü yaparak tespit edebiliriz.

$f_2 = v/\lambda_2 = 525/0.7 = 750$ Hz.

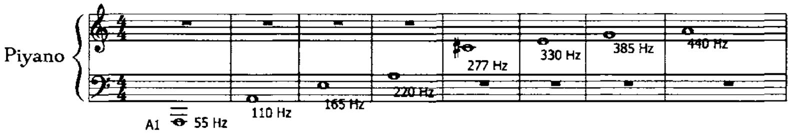
Aynı şekilde üçünü harmonik sesin frekansını da 1.125 Hz olarak hesaplayabiliriz.

Bu ilişkide de yine bir motif görürüz ve bu motifte $f_2 = 2f_1$, $f_3 = 2f_1$ gibi bir bağlantıyı kolaylıkla tespit edebiliriz. Başka bir deyişle beklediğimiz gibi, üst harmonik seslerin frekansları temel sesin frekansının tam katları olmaktadır.

Tüm bu harmoniklerin *Şekil 48*'de görüldüğü gibi aynı anda titreştiğini akıldan çıkarmamak da çok önemlidir.

## Doğuşkanları Piyanoda Dinlemek

Harmonik seriler nf formülü ile ifade edilebilecek (f temel sesi, n ise bir tam sayıyı işaret eder) bir frekans sıralamasından ibaret olduğu için bu serileri, müzik notasyonu kullanarak ifade etmek mümkündür. Örneğin, $La_4$ (orta Do'nun üstündeki La) sesinin harmonikleri için aşağıdaki gibi bir gösterim tercih edilebilir:




Her sesin frekansı verilmiştir; her birinin 55 Hz'in tam katları olduğu görülebilmektedir.

Bu seriyi piyanoda çalarak çeşitli harmonikleri duyabilirsiniz. $La_4$ tuşuna yavaşça basarak ve basılı tutarak işleme başlayın. Bu işlem, o sesin susturucu pedalını kaldırır ama sesi susturma işlemine devam ettirmez. Şimdi bir oktav tiz tarafta yer alan $La_5$ sesine gidin ve tuşa sertçe vurun (staccato veya kesik şekilde). $La_5$'ten çıkan ses söndüğü zaman $La_4$ sesinin ikinci harmonik olarak titreştiğini duyacaksınız. Aynı uygulamayı Mi ile tekrarlarsanız $La_4$ sesinin üçüncü harmonik olarak titreştiğini duyarsınız. Bu şekilde üçüncü, dördüncü ve beşinci harmonikler için klavyede yukarı doğru La, Do#, Mi ile devam edebilirsiniz.

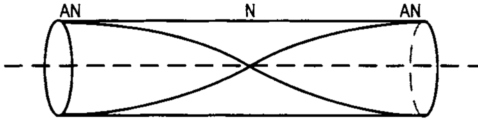
## Bir Hava Sütununun Titreşimsel Halleri

Teller'*in titreşimsel hallerini* yaygın olarak görüldüğü keman, gitar ve piyano gibi çalgılarda teşhis ettik fakat pek çok çalgının sesi, titreşen hava sütunları aracılığıyla çıkar. Bu çalgılar aslında flüt, trombon, saksafon ve obua gibi açık uçlu ve klarnet ve sürdinli trompet gibi kapalı uçlu hava sütunu çalgılarıdır.

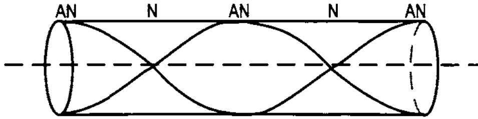
Bu çalgıların her birinin basit biçimi, silindir tipli bir boruya dayanır. Bir karışma (örneğin, borunun ağzından hava üflenmesi) meydana geldiğinde harmonikler her ses için farklı bir duran dalga motifiyle ilişkili olarak ortaya çıkar. Bir ses dalgası (hava-ba-

sıncı dalgası gibi) silindir tipli borudan geçtiği zaman doğal olarak borunun sonuna ulaşır. Fakat borunun ucunun açık veya kapalı olmasına göre, bu uç kısım bir sınır gibi davranıp dalga üzerinde bir etki yaratabilir. Bu etki, sınır yapısının özelliğine göre yansıma, kısmi yansıma, aktarım veya kısmi aktarım olarak ortaya çıkabilir. Burada açık uçlu (her iki ucu da açık olan) ve kapalı uçlu (bir ucu açık bir ucu kapalı olan) boruları ele alacağız. Dalganın yansıyan kısmının ters çevrilmesi durumu sadece borunun sonu kapalı olursa ortaya çıkar ki bu durum da tek tarafı sabitlenmiş ip ile yapılan uygulamaya benzer.

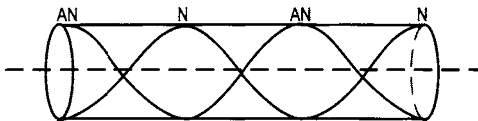
Aslında boru içinde hava basıncı açısından sıkışma ve gevşemeler oluşmaktadır ancak genel olarak basınç farklılıklarını işaret edeceğimizden dalga, enine dalga olarak görünecektir. Fakat şunu da unutmamak gerekir ki bu dalga aslında bir basınç dalgasıdır. İsterseniz tartışmaya iki ucu açık bir boru ile başlayalım. Eğer bu türden açık uçlu bir borunun bir ucuna sıkışma hareketi verilirse bu hareket yine sıkışma olarak yansıyacaktır. Başka bir deyişle ters çevrilme olmaz. Şimdi, uzak uçta yansıma oluştuğu anda




**Şekil 49.** İki ucu açık bir borudaki temel dalgalar.




**Şekil 50.** İki ucu açık boruda ikinci harmonik.




**Şekil 51.** İki ucu açık boruda üçüncü harmonik ses.

yakın uçta bir gevşeme hareketi oluşturduğumuzu varsayalım. Bu gevşeme, borudan aşağıya doğru hareket eder ve yansıyan sıkışma ile iç içe girer. Hatta iki dalga, borunun merkezinde yıkıcı bir girişim içine girer ve bir düğüm noktası oluşur. Bu durumda (temel frekans) yarım bir dalga boyu borunun tamamını doldurur ve her zaman düğüm ve düğüm-tersi noktalarının ardışımından meydana gelen motifimiz olduğu için, borunun iki açık ucunda düğüm-tersi noktaları oluşur *(Şekil 49)*. Bu olayı ardı ardına tekrar ettiğimizi ve bu yolla duran bir dalga elde ettiğimizi varsayarsak açık uçlardaki basınç alçak ve yüksek seviyeler arasında gidip gelecek ve merkezde normal basınçta kalacaktır.

İkinci harmoniği tespit etmek için tıpkı tel üzerinde uyguladığımız gibi, diğer bir basınç düğüm noktasını devreye sokarız. Bu işlem iki düğüm ve üç düğüm-tersi noktasını ortaya çıkarır *(Şekil 50)*. Bu durumda dalga boyunun uzunluğu, borunun uzunluğuna eşittir. Aynı şekilde üçüncü harmonik için duran dalga motifi de diğer bir basınç düğüm noktası eklenerek elde edilir. Bu durumda da üç düğüm ve dört düğüm-tersi noktamız olur ve dalga boyu, borunun uzunluğunun bir buçuk katıdır. Dördüncü, beşinci ve daha yüksek derecedeki harmonik sesleri tespit etmek için de bu metodu uygulamaya devam edebiliriz *(Şekil 51)*. Tablo 3'te çeşitli harmonik sesler için düğüm ve düğüm-tersi noktalarının konumları gösterilmektedir. Bu durum için frekans şu formülle bulunur: $f_n = v/\lambda_n = nv/2L$.

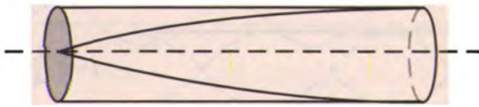
## Kapalı Uçlu Hava Sütunu

Şimdi de borunun bir ucunun kapalı olduğunu varsayalım. Klarnet, bu türden bir çalgıdır. Eğer borunun açık ucundan bir dalga gönderilirse, kapalı uçta yansıma oluşur. Yani açık uçtan bir sıkışma hareketi gelirse bu bir gevşeme olarak yansır ve bu gevşeme açık uca doğru geri gelir. Bu ilerleme sürecinde söz konusu dalga, ters yönde gelen her dalga ile iç içe girer. Boruya ses vermeye devam edersek duran bir dalga elde etmemiz mümkündür.

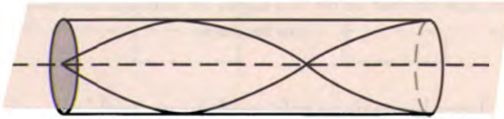
Bu aşamada da yansıyan gevşeme, açık uca ulaştığı anda yeni bir gevşeme hareketini devreye soktuğumuzu varsayalım. Yansı-

yan gevşeme hareketi bu yeni hareket ile iç içe girecek ve boruda bir dalga boyunun dörtte birlik bir kısmı olduğu için iki dalga, yapıcı bir girişim üreterek bir çift gevşeme oluşturur. Aslında yapıcı girişim her zaman borunun açık ucunda oluşur. Bu yüzden açık uçta düğüm-tersi noktasına sahip bir duran dalga yer alırken, kapalı uç her zaman bir basınç düğüm noktasına ev sahipliği yapar. Bu sebepten dolayı, açık uçtaki basınç yüksek ve alçak basınç değerleri arasında yer değişimi yaşarken kapalı uçta normal bir basınç seviyesi görünür. Bu yüzden ilk harmonik sesi *Şekil 52*'de görüldüğü gibi elde ederiz. Kapalı uç, hava salınımını engellemesi sebebiyle bir telin bağlandığı sabit uç gibidir. Diğer yandan basınç ileri ve geri baskı yaptıkça açık uçtaki hava borudan içeri ve dışarı doğru salınım içine girer.

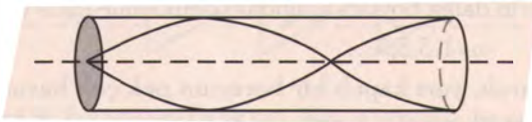
İlk harmonik için boruda dörtte bir uzunlukta bir dalga boyu görürüz. Bir sonraki harmonik için ise ek bir düğüm noktası ilave etmemiz gerekir. Bu durumda *Şekil 53*'teki çizimde görüldüğü gibi ek bir düğüm-tersi noktasına da ihtiyaç duyulacaktır. Bu durumda ise bir dalga boyunun dörtte üçü mevcuttur ki bu da ilk harmonikteki dalgaların üç katına eşittir. Dolayısıyla bu, üçüncü harmoniktir. Burada ikinci harmoniğin olmadığını fark ederiz. Zi-



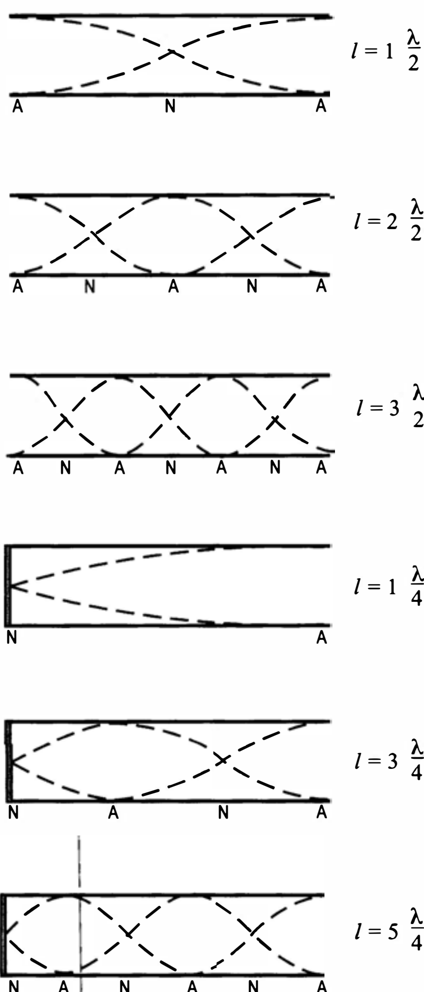
**Şekil 52.** Bir ucu kapalı ve bir ucu açık boru için temel frekans.



**Şekil 53.** Bir ucu kapalı ve diğer ucu açık boru için ilk doğuşkan.



**Şekil 54.** Bir ucu açık ve diğer ucu kapalı boru için ikinci doğuşkan.




**Şekil 55.** İki ucu açık borular ile bir ucu kapalı bir ucu açık borulardan oluşan dalgaların bir özeti.

ra kapalı uçlu borular sadece tek sayılı harmoniklere sahiptir. Bu yüzden bir sonraki harmonik beşincidir ve bu *Şekil 54*'te gösterilmiştir. Harmoniklerin dalga boyları aşağıdaki denklemle ifade edilebilir:

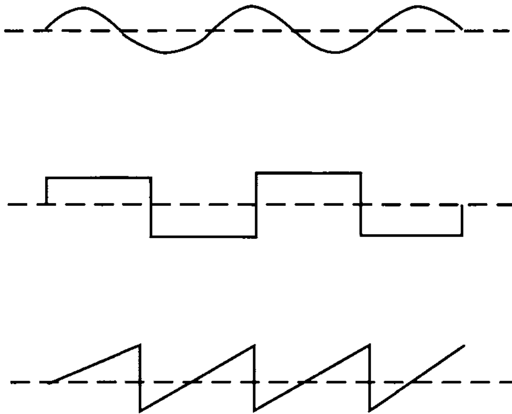
$\lambda_n = 4L/n \qquad n=1,3,5,7$

Sonuç olarak, yarı kapalı bir borunun pek çok harmonikle birlikte titreştiğini görsek de çift sayılı harmonikler noksandır. Ek

olarak, yarı kapalı bir borunun temel sesi aynı boyuttaki bir açık borunun temel sesinden bir oktav aşağıdadır. Borulardaki dalgaların özellikleri *Şekil 55*'te özetlenmiştir.

## Dalga Biçimlerinin Sentezlenmesi

Karmaşık bir dalganın analiz edilebileceğini daha önce görmüştük. Yani belirli sayıda saf sese bölünebilir. Bu sürecin karşıtı olan ve basit seslerin bir araya getirilerek kulağa hoş gelen müziksel tınıların yaratılmasına ise sentezleme adı verilir ve bu işlem sentezleyici denilen cihazlarla gerçekleştirilir. Kitabın ilerleyen bölümlerinde, elektronik sentezleyicileri geniş olarak inceleyeceğiz. Sentezleyiciler değişik tipte dalgalar kullanırlar. Bu dalgaların en basiti tartışa geldiğimiz "saf" dalgayı da temsil eden sinüs eğrisidir. Fakat bununla beraber sinüs dalgaları sentezleyicilerde kullanılan çeşitli özelliklerdeki kare, testere ve üçgen dalgalar gibi diğer basit yapıdaki dalga tiplerini üretmek için de kullanılabilmektedir. Bunlar *Şekil 56*'da görülmektedir. Burada görülen her dalga, uygun sinüs dalgalarının birleşimi ile ya da daha genel olarak çeşitli elektronik devrelerin kullanımı ile üretilebilmektedir.



**Şekil 56.** Bir sinüs dalgası, bir kare dalga ve bir testere dişi dalga.

# Eşit Yedirimli Dizi

Birinci bölümde, Pisagor'un, bir dizi oluşturmak için bir tektel –üzerine tek bir tel gerilmiş içi boş bir kutu– kullandığını görmüştük. Bu kutunun üzerinde teli daha küçük bölümlere ayırmaya yarayan hareketli bir köprü vardı. Bir köprüyle bölünmemiş belli uzunluktaki bir teli, üçte birlik bölümüne bir köprü yerleştirilmiş aynı uzunluktaki başka bir tel ile birlikte tınlattığında ortaya çıkan toplam sesin kulağa hoş geldiğini tespit etmişti. Belki o, bunu fark etmemişti ama biz, bu iki titreşime bir beşli aralık diyoruz ve Pisagor da dizisini oluşturmak için bunu kullanmıştı. Oysa gördüğümüz üzere dizisinde sadece beş nota vardı ve çok zaman geçmeden başkaları da farklı diziler ile deneylere girişmişti. Bu bölümde, bu diğer dizilerden bazılarına bakacağız.

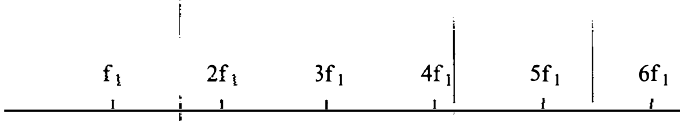
Ancak devam etmeden önce bir dizinin ne olduğu ve ne işe yaradığı sorusuna geri dönelim. Tanımıyla başlayacak olursak bir diziyi, basitçe kulağa hoş gelen belirli frekanslardaki notaların bir sırası olarak tanımlayabiliriz. Daha kesin olarak dizi, frekanslarının aralıkları tam sayı oranlarıyla ifade edilebilen seslerin bir sırasıdır. Fakat diziler neden önemlidir? Nedeni basittir: Diziler olmaksızın

müzik mümkün olmazdı (en azından dinlemek isteyeceğiniz bir müzik). Diziler müziğin temelidir.

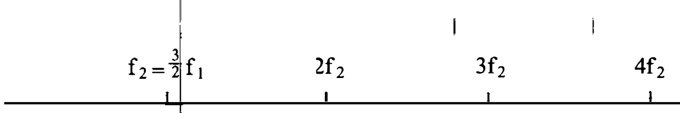
Bu bölümde göreceğimiz üzere, farklı tipte pek çok dizi vardır. Hemen herkes piyano üzerindeki majör dizilere aşinadır. Bu dizi, şarkıcılar tarafından kullanılan do-re-mi-fa-sol-la-si-do seslerinin sırasıdır. Fakat daha farklı pek çok dizi vardır. Minör diziler de müzikte yaygın olarak kullanılmaktadır. Pentatonik ve blues dizileri ise caz müzisyenleri ve diğerleri tarafından yaygın olarak kullanılır.

## Uyuşumluluk, Uyuşumsuzluk ve Harmonikler

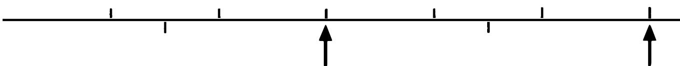
Diziler uyuşumluluk üzerine kuruludur. Birlikte tınladığında ortaya kulağa hoş gelen bir tını çıkaran iki sesin uyuşumlu olduğunu söyleriz. Gördüğümüz üzere Pisagor ve diğerleri, seslerin beşli, dörtlü veya üçlü oluşturması durumunda en armonik veya uyuşumlu olduğunu bulmuşlardır. Fakat piyano üzerinde armonik olmayan iki nota bulmak kolaydır. Do ve Re gibi birbiriyle yan yana duran iki notayı çalarsanız ikisi birbiriyle çarpışıyormuş gibi tınlar. Diğer bir deyişle bunların ürettiği ses, uyuşumlu değildir. Buna, uyuşumsuz deriz. Uyuşumsuz bir sesi basitçe kulağa hoş gelmeyen ses olarak tanımlayabiliriz. Böylece uyuşumsuz bir ses, kaçınmak isteyeceğimiz bir ses tipi olarak görülebilir. Fakat bu doğ-




**Şekil 57.** İlk sesin harmonik tayfı.




**Şekil 58.** Tam beşlinin harmonik tayfı.



**Şekil 59.** İlk sesin ve tam beşlinin birleştirilmiş harmonik tayfları.

ru değildir. Uyuşumlu ve uyuşumsuz seslerin her ikisi de müzikte önemli bir rol oynar. Bunu görmenin en iyi yolu bir müzik partitürünü analiz etmektir. Klasik veya pop müzik olması fark etmeksizin birçok bakımdan bu, bir romana benzer. Romanda yazar bir belirsizlik, stres ve gerilim yaratmaya çalışır sonra kitabın sonlarında doğru stres ve gerilimi çözer ve –birçok romanda olduğu gibi– hikâye mutlu sonla biter. Aynı şekilde bir besteci de partitürün merkezinde uyuşumsuz tınıları (veya uyuşumsuz akorları) kullanarak stres ve gerilim yaratır, sonra bunu uyuşumlu tınıları kullanarak çözer.

Son yüzyılda tüm müzik türleri daha uyuşumsuz hale geldi. Stravinsky, 1913'te *Bahar Ayini*'ni yayınladığında birçok klasik müzik severi şok etti. Eser, kulak parçalayıcı uyuşumsuzluğu ve geleneksel ritim yoksunluğuyla bir skandal yarattı. Birçok insana itici geldi, kimileri anlamadıklarını söylediler fakat tuhaf biçimde bazıları bunu müzikte yeni bir devrim olarak karşılayıp Stravinsky'nin cesaretine hayran kaldı. Ancak eser, hiç kuşkusuz, müzik dünyasını temellerine kadar sarstı. Uyuşumsuzluk günümüzde cazın da standart bir parçasıdır. Sonraki bölümde göreceğimiz üzere, cazın temel direklerinden biri genellikle çok uyuşumsuz olan "süper akorlar"dır. Aslında caza, kendine özgü tınısını veren de bu süper akorlardır.

Uyuşumluluk ve uyuşumsuzluk apaçık harmoniklerle veya daha isabetli olarak harmonik tayf ile ilgilidir. O yüzden şimdi, bunların nasıl ilgili olduğuna bakalım. Mesela beşliyi ele alalım. Bunun müzikteki en harmonik kombinasyonlardan biri olduğunu biliyoruz. Neden peki? Bu sorunun cevabı için bu iki sesin harmonik tayfına bakmalıyız. İlk sesle başlayalım *(Şekil 57)*. Temel frekansı $f_1$ ve doğuşkanları $2f_1$, $3f_1$, şeklindedir. Tam beşli için tayf *Şekil 58*'de görüldüğü gibidir. Bunları bir araya getirdiğimizde *şekil 59*'da görülen tayfı elde ederiz. Birkaç sesin eşleştiğini hemen görürüz ayrıca eşleşmeyen sesler birbirinden hayli uzaktadır. Eşleşmeyen seslerin birbirinden oldukça uzakta olması önemlidir çünkü birbirine yakın sesler, vuru sorunu yaratır.

Aynı tipteki analizi dörtlüler, üçlüler ve diğer aralıklar için de yapabiliriz. (Piyano üzerinde Do-Sol beşli aralığı, Do-Fa dörtlü aralığı ve Do-Mi büyük üçlü aralığıdır.) Bu analizi tüm aralık tipleri için yapıp aralıkları uyuşumlulukları en çoktan en aza (yani uyuşumsuzluğa) doğru sıraladığımızda, en yüksek uyuşumluluğun tepede yer aldığı ve sütun boyunca aşağı inildikçe uyuşumsuzluğun arttığı Tablo 4'ü elde ederiz.

**Tablo 4.** En yüksek uyuşumluluktan en yüksek uyuşumsuzluğa doğru sıralanmış aralıklar.

| Aralık | Notalar (Do majör tonunda) | |
|---|---|---|
| Oktav | Do - Do[1] | Uyuşumluluk en fazla |
| Beşli | Do – Sol | ↓ |
| Dörtlü | Do – Fa | |
| Majör üçlü | Do – Mi | |
| Majör altılı | Do – La | |
| Minör üçlü | Do - Mi♭ | |
| Minör altılı | Do - La♭ | |
| Tam ses | Do – Re | |
| Yarım ses | Do - Re♭ | Uyuşumsuzluk en fazla |

## Pisagor Dizisi

Daha önce Pisagor'un, beşlilerle deneme-yanılma yöntemini kullanarak kendi dizisini oluşturduğunu görmüştük. Bu bölümde size, bu dizinin daha nizami ve mantıklı bir yolla elde edilebileceğini göstereceğim ama biraz matematik katarak. En kolayı adım adım anlatmaktır. Ben de dört adımda anlatacağım. Pisagor gibi, biz de beşli aralığı kullanacağız. Bunu elde etmek için f temel frekansını 3/2 ile çarpacak veya böleceğiz. Daha önce gördüğümüz gibi bu, bize bazen daha üst veya daha alt oktavda bir frekans verir fakat biz, tüm sesleri tek bir oktav içine yerleştirmeliyiz. Bunu 2'yle çarparak veya 2'ye bölerek yapabiliriz (veya daha üst ve alt frekanslar için 4 ile).

*Adım 1.* Rastgele bir yerden veya $f$ frekansından başlayarak müziksel beşliler halinde çık ($f$=1 kabul et).

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3/2 | (3/2 x 3/2) | (3/2 x 3/2 x 3/2) | (3/2 x 3/2 x 3/2 x 3/2) | ( ) |
| 1 | 3/2 | $(3/2)^2$ | $(3/2)^3$ | $(3/2)^4$ | $(3/2)^5$ |
| 1 | 3/2 | 9/4 | 27/8 | 81/16 | 243/32 |

Bu, beşliler dizilimidir. Bu dizilimle ilişkili gerçek frekansları elde etmek için ilk frekansı bu sayı ile çarpmalısınız (örneğin, Do majör dizisinde ilk frekans Do'nun frekansıdır ve o da 261,6 Hz'dir).

*Adım 2.* Bu sayılara baktığımızda hepsinin aynı oktavda olmadığını görürüz. Eğer 1, oktavın başlangıcını temsil ediyorsa, 2'den büyük her şey bir üst oktav içinde demektir. Bu ise dizilimimiz içinde 9/4 ve bunun yukarısındaki her şeyin bir oktav üstte olduğu ve bizim bunları ana oktava getirmemiz gerektiği anlamına gelir. 9/4 örneğinde onu 2'ye bölerek bir oktav aşağı indirebiliriz. Böylece 9/8 elde ederiz. Aynı şekilde 27/8'i, 2'ye bölerek oktavımıza getirebiliriz. Böylece 27/16 olur. Üst iki sayı, bir üst oktav içindedir. O yüzden bunların iki oktav aşağı alınması ve dolayısıyla 4'e bölünmesi gerekir. Bunu yaptığımızda şu dizilimi elde ederiz:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3/2 | 9/8 | 27/8 | 81/84 | 243/128 | 2 |

Fakat bu, çıkıcı dizilimde değildir.

*Adım 3.* Notaları çıkıcı dizilimde olacak şekilde yeniden düzenle. Şunu elde ederiz:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 9/8 | 81/64 | 3/2 | 27/16 | 243/128 | 2 |

Bu noktada, notalar arasındaki aralıklara bakmak önemlidir. Burada aralık, iki nota arasındaki oran anlamına gelmektedir. Bunun, Do dizisi olduğunu düşünürsek Do ile Re arasındaki aralık (oran) (9/8)/1=9/8, Re ile Mi arasındaki aralık (81/64)/(9/8)=9/8 olur ve böylece devam eder. Bu şekilde aşağıdaki sayı dizisini elde ederiz:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 9/8 | 9/8 | 256/243 | 9/8 | 9/8 | 9/8 | 256/243 |

Bu dizide sadece iki aralık olduğunu görebilirsiniz: 9/8 ve 256/243. 9/8'e *tam ses* ve 256/243'e de *yarım ses* diyoruz. Böylece dizimiz, tam ve yarım seslerin bir diziliminden meydana gelir yani T T y T T T y. Burada *T,* tam ses ve *y* yarım ses anlamına gelmektedir. Bu

dizilimi piyano üzerindeki Do majör dizisiyle karşılaştırdığımızda bir uygunluk olduğunu görürüz: Gerçekten de Mi ve Fa arasında siyah tuş yoktur, o yüzden ses aralığı örneğin, Re ve Mi arasındakinden daha küçüktür. Aynı durum Do ve Si arasında da görülmektedir.

Şimdi dizinin doğruluğuna bakalım. Beşliler, dörtlüler, üçlüler ve altılılar için kuramsal oranların 3/2, 4/3, 5/4 ve 6/5 olması gerektiğini biliyoruz. Dördüncü adımda elde ettiğimiz dizilime baktığımızda beşlinin 3/2 değeri aldığını, aynı şekilde dörtlünün istenilen 4/3 değerini aldığını görürüz. Ancak 81/64 değerini almış olan üçlünün değeri 5/4 olmalıydı, o yüzden biraz kaymıştır. Ayrıca 6/5 olması gereken altılı da 27/16'dır.

Şimdi yukarıdaki yaklaşımla daha da ilerleyebiliriz. Eğer alt ve üst beşlilere devam edersek tümüyle yarım seslerden oluşan bir dizi elde ederiz. Buna, *kromatik dizi* diyoruz. Diziyi elde etmek için yine adım yöntemini kullanacağız.

*Adım 1.* Önceki sayıları kullanarak beşlilerle çıkmaya ve inmeye devam et.

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $(2/3)^6$ | $(2/3)^5$ | $(2/3)^4$ | $(2/3)^3$ | $(2/3)^2$ | $(2/3)$ | 1 | $(3/2)$ | $(3/2)^2$ | $(3/2)^3$ | $(3/2)^4$ | $(3/2)^5$ | $(3/2)^6$ |
| 64/729 | 32/243 | 16/81 | 8/27 | 4/9 | 2/3 | 1 | 3/2 | 9/4 | 27/8 | 81/16 | 243/32 | 729/64 |

*Adım 2.* Tüm notaları 2 ve 4 ile çarparak veya bölerek tek bir oktav aralığına getir. Bu şekilde aşağıdaki dizi elde edilir:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.024/729 | 256/243 | 128/81 | 32/27 | 16/9 | 4/3 | 1 | 3 / 2 |
| 9/8 | 27/16 | 81/64 | 243/128 | 729/512 | | | |

*Adım 3.* Notaları çıkıcı dizilimle sırala:

1.256/243 9/8 32/27 81/64 4/3 (1.024/729 729/512) 3/2 128/81 28/16 16/9 243/128 2

Aralıklara baktığımızda birçok farklı değer olduğunu görürüz. Yani aralıkların hepsi aynı değildir. Ayrıca ortada aynı nota için iki farklı değer bulunmaktadır. Yani bu diziyle ilgili apaçık ciddi zorluklar vardır.

## Tam Diyatonik Dizi

Yukarıda gördüğümüz zorluklardan ötürü yeni bir dizi icat edilmiştir: Tam diyatonik dizi veya daha sıkça anıldığı şekliyle tam dizi (diyatonik bir oktav içindeki yedi notalık diziyi işaret etmektedir). Tam dizi, uyuşumlu aralıkların sayısını en yükseğe çıkarır. Bunu yapmak için bir eksenden, bir beşliden ve bir üçlüden oluşan üç sesli majör akorla başlar. Do dizisinde bu Do-Mi-Sol'dür. Solfejde söylendiği şekliyle Do-Mi-Sol. Bu notalar 4:5:6 oranındadır. Diziyi oluşturmak için yine adım yönetimini kullanacağız.

*Adım 1.* $f$-5/4$f$-3/2$f$ üç sesli akoruyla başla. 4 ortak paydasıyla bu notaların oranlarının 4:5:6 olduğu kolayca görülebilir.

*Adım 2.* Üst ve alt sayılardan yukarı ve aşağı doğru bir majör üç sesli akor oluşturun:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $f$ | 5/4$f$ | 3/2$f$ | | |
| 2/3$f$ | 5/6$f$ | $f$ | | 3/2$f$ | 15/8$f$ | 9/4$f$ |

Üstteki üç sesli akorda oran 4:5:6 olacak şekilde uygun sayılarla çarparız. İkinci sayı böylece (5/4 x 3/2) ve üçüncüsü de (3/2 x 3/2) olur. Aynı şekilde alttaki üçlü için bu üç sayının yine 4:5:6 oranında olması gerekir.

*Adım 3.* Adım 2'de elde edilen notaları tek bir oktav aralığına getirecek şekilde 2'ye veya 4'e böl. Örneğin;

2/3$f$ 'yi bir oktav yukarı almak gerekir, böylece 4/3$f$ olur
5/6$f$ 'yi bir oktav yukarı almak gerekir, böylece 10/6$f$ olur
9/4$f$ 'yi bir oktav aşağı almak gerekir, böylece 9/8$f$ olur

*Adım 4.* Notaları çıkıcı olacak şekilde sırala. Bu durumda şunu elde ederiz:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $f$ | 9/8$f$ | 5/4$f$ | 4/3$f$ | 3/2$f$ | 10/6 | 15/8$f$ | 2$f$ |

Son olarak komşu notalar arasındaki oranları alınca şunu elde ederiz:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 9/8 | 10/9 | 16/15 | 9/8 | 10/9 | 9/8 | 16/15 |

Yine bu diziyle ilgili de sorunlar vardır. Bu sorunlardan ilki 9/8 ve 10/9 olarak iki farklı tam ses aralığının olmasıdır. Yarım ses aralığı 16/15'tir. Üç sesli majör akoruyla başlamış olduğumuz için üçlü ve beşli doğrudur fakat minör akorlarla ilgili sorunlar vardır. Daha önceki dizide yaptığımız gibi, bu diziyle de bir kromatik dizi oluşturabilirdik fakat bunda, bir öncekine göre daha fazla güçlük söz konusudur. Temel sorun, dizinin aşağısındaki oranların farklı olması ve bu yüzden bir müzik parçasını bir diziden diğerine düzgün biçimde transpoze edebilme olanağınızın bulunmamasıdır. Bu sorunun çözümü olarak yedirimli dizi oluşturulmuştur.

## Yedirimli Dizi

İdeal dizi, notalar arasındaki adımların aynı olduğu ve üçlülerin, dörtlülerin ve beşlilerin tam doğru olduğu dizidir. Fakat anlaşılacağı üzere böyle bir dizi imkânsızdır. O nedenle ödün vermemiz gerekir. Tüm yarım ses aralıklarının aynı olmasını sağlayarak başlarız. Diğer bir deyişle,

$f(\text{nota } 1) / f(\text{nota}2) = f(\text{nota } 3) / f(\text{nota}2) = f(\text{nota}4) / f(\text{nota } 3)$

Ayrıca şunu isteriz: $f(\text{nota } 13) = 2f(\text{nota } 1)$. Eğer yarım ses aralıklarına a dersek, şunu elde ederiz:

Nota 1 = $a^0 f$

Nota 2 = $a^1 f$

Nota 3 = $a^2 f$

........

Nota 13 = $a^{12} f$

Elimizde 12 eşit yedirimli aralık ve 12 ses olduğundan şunu yazabiliriz:

$f(\text{nota}1) = a^{12} f(\text{nota } 1\text{'in bir oktav üstü})$

böylece

$a^{12} = \sqrt{2} = 1{,}0595$ olur.

Bu, orta Do = 261,6 Hz'ten başladığımızı varsayarak yedirimli dizinin frekanslarının aşağıdaki gibi olacağı anlamına gelir:

| | |
|---|---|
| Do | 1,0000 x 261,6 = 261,6 |
| Do# | 1,0595 x 261,6 = 277,2 |
| Re | 1,1225 x 261,6 = 293,7 |
| Re# | 1,1893 x 261,6 = 311,1 |
| Mi | 1,2601 x 261,6 = 329,6 |
| Fa | 1,3351 x 261,6 = 349,3 |
| Fa# | 1,4148 x 261,6 = 370,0 |
| Sol | 1,4987 x 261,6 = 392,1 |
| Sol# | 1,3878 x 261,1 = 415,4 |
| La | 1,6823 x 261,6 = 440,1 |
| La# | 1,7842 x 261,6 = 466,3 |
| Si | 1,8885 x 261,6 = 494,0 |
| Do | 2,0008 x 261,6 = 523,4 |

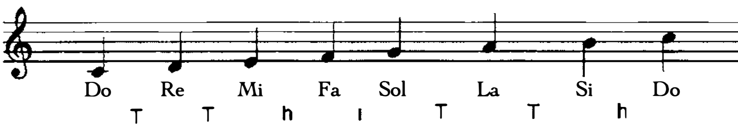
Elbette bu ideal diziden verilmiş bir ödündür ama bu hatalar çok büyük olmadığından çoğunlukla pek çok insan tarafından duyulamaz. Bazı aralıklardaki hataların yüzde oranları Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5.** Eşit-yedirimli diziden seçilen aralıklardaki hata yüzdeleri.

| | Oran | | |
|---|---|---|---|
| Aralık | Kuramsal | Gerçek | Hata % |
| Beşli | 1,5000 | 1,4987 | .0877 |
| Dörtlü | 1,333 | 1,3351 | .135 |
| Majör üçlü | 1,250 | 1,2601 | .808 |
| Majör altılı | 1,6667 | 1,6823 | .936 |

## Majör Diziler

Artık majör dizileri ele alabilecek kadar yeterli bilgiye sahibiz. Yedirimli dizideki aralıklara baktığımızda T T y T T T y dizilimini görmekteyiz ve daha önce gördüğümüz üzere T bir tam sesi, y ise bir yarım sesi temsil etmektedir. Bunu, Do majör dizisine uyguladığımızda şunu elde ederiz



Müzisyenler bu notalar için aşağıdaki isimleri bulmuşlardır. Bunlar Roma rakamlarıyla da gösterilmektedir. (Bazen Arap rakamlarıyla da gösterilir).

| Eksen | Eksen Üstü | Medyan | Çeken-üstü | Çeken | Çeken-altı | Yeden |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Do | Re | Mi | Fa | Sol | La | Si |
| I | II | III | IV | V | VI | VII |

Tam ve yarım seslerin bu dizilimi elbette tüm dizilere uygulanabilir. Diğer bir deyişle sesler, herhangi bir notaya uygulanabilir. Örneğin, Sol majör dizisi için T T y T T T y dizilimini Sol'den başlayarak uygularsak diyezli Fa haricindeki tüm beyaz notaları elde ederiz (Diyezler, beyaz notaların sağındaki siyah notalardır. Bemoller ise beyazların solundaki siyah notalardır). Dolayısıyla Sol majör dizisinde bir tane diyez vardır. Bu dizilimi Fa majör dizisine uygularsak bir bemol buluruz. Bu, Si bemol'dür.

**Tablo 6.** Do majör dizisinden majör dizileri oluşturma.

| Bemollü Diziler | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Do | Re | Mi | **Fa** | Sol | La | Si | Do |
| Fa | Sol | La | **Si♭** | Do | Re | Mi | Fa |
| Si♭ | Do | Re | **Mi♭** | Fa | Sol | La | Si |
| Mi♭ | Fa | Sol | **La♭** | Si♭ | Do | Re | Mi |
| La♭ | Si♭ | Do | **Re♭** | Mi♭ | Fa | Sol | La♭ |
| Re♭ | Mi♭ | Fa | **Sol♭** | La♭ | Si♭ | Do | Re |
| Sol♭ | La♭ | Si♭ | **Do♭** | Re♭ | Mi♭ | Fa | Sol♭ |
| **Diyezli Diziler** | | | | | | | |
| Do | Re | Mi | Fa | **Sol** | La | Si | Do |
| Sol | La | Si | Do | **Re** | Mi | Fa# | Sol |
| Re | Mi | Fa# | Sol | **La** | Si | Do# | Re |
| La | Si | Do# | Re | **Mi** | Fa# | Sol# | La |
| Mi | Fa# | Sol# | La | **Si** | Do# | Re# | Mi |
| Si | Do# | Re# | Mi | **Fa#** | Sol# | La# | Si |
| Fa# | Sol# | La# | Si | Do# | Re# | Mi# | Fa# |

Elbette Tablo 6'da gösterildiği gibi Do majörden başlayarak tüm bemolleri ve diyezleri belirleyebiliriz. Bemollü diziler için dördüncü notayı alın ve başa getirin. Yeni dizideki dördüncü nota bemol ala-

caktır. Tabloda gösterildiği gibi, bemollü dizilerin tümü için bu şekilde devam edebilirsiniz. Böylece Fa, Si♭, Mi♭, La♭, Re♭ ve Sol♭ dizilerini elde ederiz ve her dizide bemoller olduğunu görebiliriz.

Aynı şekilde, Do ile başlayarak tüm diyezli dizeleri oluşturabiliriz. Bu sefer beşinci sesi kullanırız ve yedinci ses diyez olur (bunun sebebini daha sonra göreceğiz). Bu durumda Sol, Re, La, Mi, Si ve Fa# dizilerini elde ederiz. Son bemollü dizi olan Sol♭ dizisinin ve son diyezli dizi olan Fa# dizisinin notalarını piyanoda çalarsanız, kullandığımız dizinin bemollü veya diyezli oluşuna göre notaları farklı adlandırıyor olmamıza karşın çaldığınız notaların tamamen aynı olduğunu görürsünüz. Bunlara enharmonik diziler denir.

Bu tablo ile bemollerin veya diyezlerin sayısına bakarak bir müzik eserinin hangi tonda yazılmış olduğunu daima belirleyebiliriz.

## Minör diziler

Çoğu müzisyen majör tonlarda (dizilerde) yazar fakat kullanılan diziler sadece bunlar değildir. Minör diziler olarak adlandırılan başka bir önemli dizi seti daha vardır. Minör diziyle yazılmış bir müzik eserini dinleyip bunu majör diziyle yazılmış olan bir eserle karşılaştırdığınızda, farkı kolayca işitilir. Majör dizilerle yazılmış şarkılar veya kompozisyonlar genellikle mutlu bir tınıya ve hızlı bir tempoya sahipken minör diziyle yazılmış olanlar kederli, melankolik veya hüzünlüdür. Örneğin, cenaze marşları genellikle minör tonlarda yazılır.

Minör diziler üç tanedir: Doğal minör, armonik minör ve melodik minör. Her biri, seslerin sıralanışıyla birbirinden ayrılır.

- *Doğal minör* şu seslerden meydana gelir: T y T T y T T. Bu tam ve yarım ses dizilimini Do tonuna uygularsak şu notaları elde ederiz: Do Re Mi♭ Fa Sol La♭ Si♭ Do. Elbette bunu tüm tonlar için yapabilirsiniz.
- *Harmonik minör* dizisi T h T T h (T+h) h seslerinden meydana gelir. Doğal minörden tek farkı yedinci derecenin yarım ses tizleşmiş olmasıdır. Do üzerine kurulu dizi şu şekilde olur: Do Re Mi♭ Fa Sol La♭ Si Do.

- Son olarak *melodik minör,* T y T T T T T y seslerinden meydana gelir. Buradaki fark altıncı derecenin de yarım ses tizleştirilmiş olmasıdır. Böylece Do üzerine kurulu dizi şu şekilde olur: Do Re Mi♭ Fa Sol La Si Do. Melodik minörde, aynı notalarla inmek biraz nahoş tınlar, bu yüzden inici notalar farklıdır. İnici dizinin ses örüntüsü T y T T y T T şeklindedir. Do dizisine uygulandığında, Do Si♭ A♭ Sol Fa Mi♭ Re Do notaları elde edilir.

## İlgili Majör ve Minör Diziler

Hiçbir diyezi veya bemolü olmayan ve Do majör tonunda olduğunu düşündüğünüz bir eseri çalarken, müziğin minör tondaymış gibi tınladığını fark etmişliğiniz olabilir. Grieg'in piyano konçertosu, buna bir örnektir. Bu eserin notaları Do majörde yazılmış eserlerle aynıdır fakat aslında La minör tonda yazılmıştır. Bu tuhaf görünebilir fakat eseri Do majörde yazılmış bir eserle karşılaştırdığınızda farkı kolayca duyabilirsiniz. Bu, tüm diziler için geçerlidir hatta her majör dizinin aynı notalara sahip bir ilgili minör dizisi vardır. La minör'ü Do majör ile karşılaştırdığımızda La'nın, Do majör tonunun altıncı sesi olduğunu görürüz. Fa ve Sol gibi diğer majör dizilere bakacak olursak Re'nin, Fa'nın üç yarım ses aşağısında ve Mi'nin de Sol'den aynı oranda aşağıda olduğunu görürüz. Bu yüzden Re minör Fa majörle aynı notalara, Mi minör de Sol *majör ile aynı notalara sahip*tir.

## Pentatonik Diziler

Pentatonik veya beş-nota, diziler ilk bölümde tanıtılmıştı. Bunlar caz, rock, country müziği ile Çin ve Japonya gibi dünyadaki pek çok ülkenin müziğinde yaygın olarak kullanılır. Bütün caz piyanistleri bunların doğaçlama yönünden paha biçilmez olduğunu size söyleyebilir. Chick Corea ve Herbie Hancock bunları yoğun biçimde kullanır.

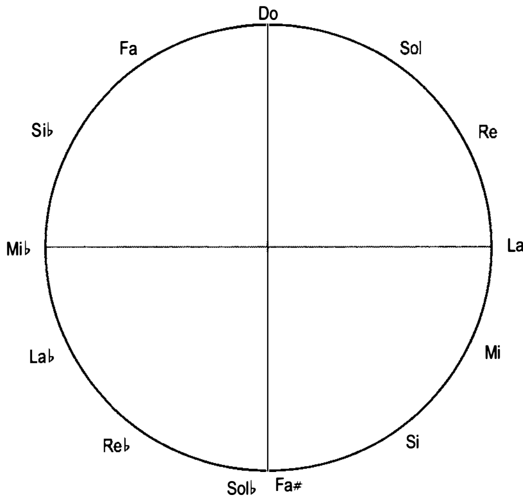
Pentatonik diziler birçok yoldan elde edilebilir ve göreceğimiz gibi bu tipte birçok farklı dizi mevcuttur. Birinci bölümde Pisagor'un, beşlileri kullanarak pentatonik bir dizi elde ettiğini gör-

müştük. Diğer bir yöntem standart pentatonik ses dizilimini kullanmaktır: T T (T+y) T (T+y). Buna bakınca tek başına hiç yarım ses olmadığını görürüz. Fakat bu dizinin bazı çeşitlemelerinde yarım ses kullanılmaktadır. Hatta pentatonik diziler, bir ya da daha çok yarım ses içermesiyle (1) *hemitonik* veya hiç yarım ses içermemesiyle (2) *anhemitonik* olarak sınıflandırılır.

Belki de majör pentatonik dizileri oluşturmanın en kolay yolu, bir majör dizinin dördüncü ve yedinci derecelerini atmaktır. Bu bize, Do majör tonunda Do Re Mi Sol La dizisini verir. Fa majör olduğu takdirde Fa Sol La Do Re ve Sol majör için Sol La Si Re Mi dizilerini verir. Bu örnekler, pentatonik dizilerdeki çoğu notanın beyaz olduğunu düşündürebilir ancak bu doğru değildir. Hatta herhangi bir oktavdaki beş siyah nota, bir pentatonik dizi oluşturur. Bu da bize, pentatonik dizileri elde etmenin başka bir yolunu verir: Bunlar herhangi bir majör dizi içinde olmayan tüm notalardır. Do majör dizisinde herhangi bir siyah nota olmadığından, siyah notaların dizilimi bir pentatonik dizi meydana getirir.

Pentatonik dizileri elde etmenin bir diğer ilginç yolu "beşliler çemberi" dediğimiz şeyden elde edilir. Daha önce de gördüğümüz üzere bu çemberin müzikteki değeri paha biçilmezdir. Bunu oluşturmak için bir daire çizip en tepeye Do'yu yerleştiririz. Bunun sağına bir diyezli diziyi (Sol) yerleştiririz ve sağda bir sonraki konuma iki diyezli diziyi (Re) yerleştirip bu şekilde devam ederiz. Do'nun soluna bir bemollü diziyi (Fa), onun da soluna iki bemollü diziyi (Si ♭) vesaire yerleştiririz. Sonuç, *Şekil 60*'ta gösterilmektedir.

Bu çemberde saat yönünde hareket ederken her notanın bir öncekinin beşlisi olduğunu görürsünüz. Saat yönünün tersine hareket ettiğinizdeyse notalar birbirinden dörtlü mesafede olur (örneğin, Fa, Do'nun dörtlüsüdür). Anlaşılacağı üzere bu çember üzerinde sıralı herhangi beş nota, bir pentatonik dizi üretir. Örneğin, Do Sol Re La Mi görüyoruz; bu notaları piyano tuşlarına göre sıraladığımızda Do Re Mi Sol La dizilimini elde ederiz ki bu Do majör pentatonik dizisidir. Ayrıca beş siyah notanın da bir pentatonik dizi oluşturduğunu görürüz.




**Şekil 60.** Beşliler çemberi.

Çoğu şarkı sadece belli bir pentatonik dizinin notalarını kullanır. "Amazing Grace", "Auld Lang Syne", Chopin'in "Siyah Tuş Etüdü" ve Gershwin'in "Summertime"ı bunlara birkaç örnektir. "Amazing Grace"i ve "Auld Lang Syne"ı piyano üzerinde kolayca deneyebilirsiniz hatta bunları tamamen siyah notaların oluşturduğu pentatonik dizi üzerinde çalacak şekilde transpoze etmek gayet kolaydır. (Transpoze etmeyi, bu bölümün ilerleyen kısımlarında anlatacağım.)

Şimdiye kadar majör pentatonik diziler hakkında konuşuyorduk. Fakat başka örnekler de vardır. Bunlardan beşi, Do için olan majör pentatonikle birlikte aşağıda listelenmiştir:

1. majör (Do Re Mi Sol La)
2. üçlüsüz, majör altılıyla (Do Re Fa Sol La)
3. üçlüsüz, minör yediliyle (Do Re Fa Sol Si♭)
4. minör (Do Mi♭ Fa Sol Si♭)
5. beşlisiz (Do Mi♭ Fa La♭ Si♭)

Sıradan majör dizilerde, her pentatonik dizinin aynı notalardan oluşan ve *ilgili minör pentatonik* olarak adlandırılan bir minör pentatonik dizisi vardır. Pentatonik minör dizinin ses dizili-

mi (T+y) T T (T+y) T şeklindedir. Do majör dizisinin Do Re Mi Sol La seslerinden meydana geldiğini biliyoruz. Böylece, La minör pentatonik dizi için yeniden düzenlenen dizilimde notalar La Do Re Mi Sol şeklinde olup, aynı notalardır.

Majör pentatonik diziler, *altere pentatonik dizileri* elde etmek amacıyla pek çok şekilde değiştirilebilmektedir. Bu grubun en önemlilerinden biri, majör diziden dördüncü ve yedinci yerine, üçüncü ve yedinci derecelerin kaldırıldığı çeşitlemedir (Do Re Fa Sol La). Diğer pek çok altere dizi aşağıdaki gibidir (Do majör pentatonik diziyi temel alarak):

1. bemol ikili: Do Re♭ Mi Sol La
2. bemol üçlü: Do Re Mi♭ Sol La
3. bemol beşli: Do Re Mi Sol♭ La
4. bemol altılı: Do Re Mi Sol La♭
5. bemol ikili ve bemol beşli gibi çeşitli kombinasyonlar: Do Re♭ Mi Sol♭ La

Geleneksel pentatonik diziler olmamalarına karşın bunlar yine de beş nota içermektedir ve pentatonik dizilerdir.

## Modlar ve Pentatonik Diziler

Modlar da müzikte yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar, Yunan kökenli olduklarından adları da Yunancadır. Tüm modlar, majör dizilerle ilişkileri gösterilerek kolayca tanımlanabilmektedir. Örneğin, İyonyan modu tıpatıp Do majör dizisidir. Buradan diğer modların her biri için bir ses yukarı çıkarız.

| | |
|---|---|
| Do ⟶ Do' ($C_4$ ⟶ $C_5$) | İyonyan modu |
| Re ⟶ Re' | Doryan modu |
| Mi ⟶ Mi' | Frigyan modu |
| Fa ⟶ Fa' | Lidyan modu |
| Sol ⟶ Sol' | Miksolidyan modu |
| La ⟶ La' | Aeolian modu |
| Si ⟶ Si' | Lokriyan modu |

Bunlar Do majör dizisinin çeşitli modlarıdır ve yapılan büyük bir yeniliğin olmadığı görülebilir. Sadece bir nota yukarı atlayıp aynı diziyi icra ettik. Ancak bu modlara daha ayrıntılı olarak bakarsak önemli bir fark olduğunu görürüz. Mesela İyonyan modu (Do ⟶ Do'); ses dizilimi T T y T T T y şeklindedir. Fakat Re notasından başlayıp Re' notasına gidersek ses dizilimimiz T y T T T y T şeklinde olur ve bu gayet farklıdır. Bu, Doryan modunun ses dizilimidir. Aynı şekilde Frigyan ve Lidyan modlarının ses dizilimleri y T T T y T T ve T T T y T T y şeklindedir.

Şimdi Doryan modunu Do'ya uygulayalım, diğer bir deyişle T y T T T y T dizilimini Do sesinden başlayarak uygulayalım. Do Re Mi♭ Fa Sol La Si♭ Do notalarını elde ederiz. Bu, şimdiye kadar gördüğümüz tüm dizilerden farklıdır. Bu, minör diziye yakındır ancak biraz farklıdır.

Şimdi beş farklı pentatonik diziyi tanımladığımız önceki bölüme geri dönelim. Bunlara majör, üçlüsüz majör altılı, üçlüsüz minör yedili, minör ve beşlisiz demiştik. Dikkatlice bakarsak bunların gerçekte şunlar olduğunu görürüz:

İyonyan pentatonik
Miksolidyan pentatonik
Doryan pentatonik
Aeolyan pentatonik
Frigyan pentatonik

Bir örnek olarak, üçlüsüz + minör yediliyi ele alalım. Bu dizi, Do Re Fa Sol Si♭ şeklindeydi. Doryan modunu T T (T+y) T (T+y) dizilimine uygularsak, T (T+y) T (T+y) T dizilimini elde ederiz ve bunu Do'ya uyguladığımızda ise Do Re Fa Sol Si♭ notalarını elde ederiz ki bu da bize yukarıdaki dizilimi verir.

## Blues Dizisi

Blues dizisi, caz ve blues müziğinde özellikle önemlidir ama rock ve gospel müziğinde de kullanılmaktadır. Scott Joplin'in ünlü "Maple Leaf Rag" ve "Twelfth Street Rag" eserlerinde olduğu gibi ragtime da blues üzerinde kuruludur. İlk büyük cazcıların pek

çoğu blues kullanımıyla meşhurdular. Bunlar arasında Jelly Roll Morton, Fats Waller, Louis Armstrong ve Art Tatum sayılabilir.

Basit bir bakış açısıyla blues dizisi, bir majör dizinin üçüncü, beşinci ve yedinci derecesi bemollenerek oluşturulmuştur. Ancak uygulamada ikinci ve altıncı dereceler genellikle atılır. Bu bize, Do majör örneğinde şunu verir:



Bemol almış üçüncü ve beşinci dereceler *blues notaları* olarak bilinir.

Blues dizisi pentatonik dizilerden de elde edilebilmektedir. Minör pentatoniğe bemol altı eklendiğinde blues dizisi elde edilir. Bu diziyi oluşturmanın diğer bir yolu, normal bir minör diziyle başlayıp ikinci ve altıncı notaları iptal edip dördüncü ve beşinci arasına bir nota eklemektir. Son olarak blues dizisinin altı notası vardır ve ses dizilimi şu şekildedir: (T+y) T y y (T+y) T.

## Transpozisyon

Bir şarkı veya bir müzik bölümü, belli bir dizi içinde yazılır fakat bu dizinin üst notalarına çıkamayan bir şarkıcınız olabilir. Bunu çözmenin yolu, şarkıyı daha alt bir tona transpoze etmektir. Örneğin, şarkı Sol majörde yazılmış olabilir; bunu Do majöre transpoze ederseniz, tüm notalar bir beşli aşağı inecektir çünkü Do, Sol'den bir beşli aşağıdadır.

Örneğin, Sol majörde şöyle bir ezgimiz olsun:



Bunu, Do majöre tranpoze edince Do ⟶ Fa, Re ⟶ Sol, Mi⟶La olur ve şunu elde ederiz:



İyi müzisyenler şarkıları hemen transpoze edip çalabilirler ve bu geliştirilmeye değer bir beceridir ancak ciddi bir çalışma ister.

## Diğer Diziler

Müzikte birçok başka dizi daha kullanılır. *Kromatik diziyi* önceden tanımıştık. Bu dizi, yarım seslerden meydana gelir ve caz müziğinde ve diğer müzik türlerinde yoğun olarak kullanılır. Dizilimi y y y y y y y y y y y y şeklindedir. Kimi zaman kullanılan diğer bir dizi ise *tam ses dizisi*dir. Adından da anlaşılacağı üzere bu dizi, tam seslerden meydana gelir (T T T T T T T). Do üzerinde Do Re Mi Fa# Sol# La# Do dizisini elde ederiz. Diğer bir dizi ise eksiltilmiş dizidir. Bu dizi, tam ve yarım seslerin ardışık diziminden meydana gelir: T y T y T y T. Son olarak birtakım *altere diziler* mevcuttur. Buna bir örnek, T y T y T T T dizilimiyle verilen, eksiltilmiş dizi ile tam ses dizisinin bir kombinasyonudur.

# Ezgi Altına Serilen Akorlar ve Akor Yürüyüşleri

Armoni olmaksızın müzik ne olurdu? Aynı anda birden fazla notanın çalınması veya seslendirilmesiyle oluşan armoni, müziği güzel yapan şeylerden biridir ve armoni için akorlara ihtiyacımız vardır. Aynı anda çalınan birden çok notaya –iki, üç veya daha fazla– akor denir ve göreceğimiz üzere akorlar herhangi bir müzik türünde büyük bir rol oynar. Trompet ve klarnet gibi çoğu müzik aleti aynı anda sadece bir nota çalar fakat piyano ve gitar gibi diğerleri akorları yoğun biçimde kullanır. Aslında çoğu çalgı sadece bir nota çalıyor olsa da bunlar bir bando veya orkestra içinde bir akorun parçalarını oluşturur. Orkestra içindeki çalgılar genellikle bir akorun farklı notalarını çalar.

## İkililer ve Aralıklar

İki nota aynı anda çalındığında bunlar ikiliyi veya aralığı meydana getirir. Bu aralıkların birkaçı özellikle önemlidir çünkü bunlar diğerlerine göre daha armoniktir (elbette biz bunları hâlihazırda tanımış durumdayız). Önemleri dolayısıyla bu aralıklara *tam* (perfect) aralıklar demekteyiz. Bunlar Tablo 7'de gösterilmiştir. Ayrıca başka birkaç önemli ikili daha vardır –*büyük* (major) ara-

lıklar– ve bunlar da Tablo 8'de gösterilmiştir. Sayıların oranı küçüldükçe ses daha armonik olur. Özetle 3:2, 8:5'ten çok daha armoniktir.

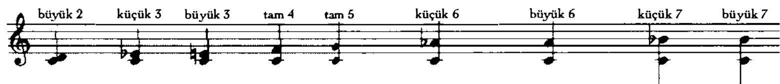
**Tablo 7.** Tam aralıklar

| Tam aralık | Frekans oranı | Do majör örnekleri |
|---|---|---|
| Oktav | 02:01 | Do-Do' |
| Beşli | 03:02 | Do-Sol |
| Dörtlü | 04:03 | Do-Fa |

**Tablo 8.** Büyük aralıklar

| Büyük aralıklar | Frekans oranı | Do majör örnekleri |
|---|---|---|
| Büyük üçlü | 05:04 | Do-Mi |
| Küçük üçlü | 06:05 | Do-Mi♭ |
| Büyük altılı | 05:03 | Do-La |
| Küçük altılı | 08:05 | Do-La♭ |

Bu aralıklar müzik notasyonu üzerinde aşağıdaki gibi gösterilir:




## Akorlar

### Üç Sesliler

Birlikte çalınan üç nota, üç sesli (triad) akor oluşturur. Biz, Do-Mi-Sol üç sesli akorunu görmüştük ve bu üç notanın frekans oranının 4:5:6 olduğunu ayrıca 4:5 oranının bir büyük üçlü ve 5:6 oranının da bir küçük üçlü meydana getirdiğini önceki bölümden biliyoruz. Dolayısıyla üç sesli akorumuz, bir büyük ve bir küçük üçlüden meydana gelir. Aynı yolla diğer önemli üç sesli akorları da oluşturabilir. Bunlar, Tablo 9'da listelenmiştir. Elbette bir oktav içinde oluşturulabilecek sadece birkaç tane üç sesli akor bulunmaktadır ve en ezgisel olanları bunlardır.

**Tablo 9.** Bazı üç sesli (triad) akorlar ve bunların bileşenleri

| Üç sesli akor | Bileşenleri | Frekans oranı |
|---|---|---|
| Do-Fa-La | Dörtlü+büyük üçlü | 3:4:5 |
| Mi-Sol-Si | Küçük üçlü+ büyük üçlü | 5:6, 4:3 |
| Mi-Sol-Do' | Küçük üçlü+dörtlü | 5:6, 3:4 |
| Do-Mi-La | Büyük üçlü+dörtlü | 4:5, 3:4 |
| Mi-La-Do' | Dörtlü+ küçük üçlü | 3:4, 5:6 |

Bir üç sesli akordan söz ettiğimizde en alttaki notaya kök deriz. Üç sesli majör akorda üstteki iki nota üçlü ve beşlidir. Kök ile üçlü arasındaki yarım seslerin sayısının dört olduğu kolaylıkla görülür (üç sesli Do-Mi-Sol majör akorunda). Eğer aşağıdaki gibi bir ses yukarıdan üç sesli bir akor oluşturmak istersek, alt iki nota arasında sadece üç yarım ses olduğunu görürüz. O yüzden bu, majör bir akor olamaz. Aslında bu, bir *minör akor*'dur ve buradaki örnekte Re minör akorudur.



Devam edip bir ses daha yukarı çıkarsak aşağıdaki üç sesli akoru elde ederiz ve yine alt iki nota arasındaki yarım sesleri sayarsak üç olduğu görürüz. O yüzden bu da bir minör akordur ve buradaki örnekte de Mi minör akorudur. Bunun üzerindeki üç sesli akor Fa majör, onun üzerindeki Sol majör ve daha üstteki de La minör akorudur. Si üzerinde başlayan son akor farklıdır. Daha sonra göreceğimiz üzere bu bir "eksiltilmiş" akordur.



Daha önce diziden yukarı doğru çıkarken notaları I, II, III gibi Roma rakamlarıyla adlandırmıştık. Yukarıdaki örneklerden akor tiplerini belirtmenin de faydalı olacağını görürüz. Roma rakamı I'i esas alırsak şu şekilde yazılır:

I ii iii IV V vi vii°

Burada büyük harfle yazılmış Roma rakamları majör akorları, küçük harfle yazılmış rakamlar minör akorları, derece (°) simgesi ise eksiltilmiş akoru belirtmektedir.

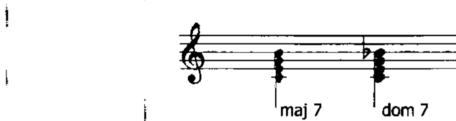
## Çevrimler

Üç sesli Do majör akorunun kökü, Do sesi üzerinde olduğunda akor için kök konumda denir. Fakat notaları farklı konumlandırıp hâlâ aynı akoru elde edebilirsiniz. Örneğin, akoru Mi-Sol-Do' veya Sol-Do'-Mi düzeniyle çalabilirsiniz. Bu alternatif düzenlere çevrimler denir. İlkine birinci çevrim, ikincisine ikinci çevrim denir. Üç nota ile iki çevrim olduğunu görürüz ve genel olarak bu doğrudur. Herhangi bir akor için çevrimlerin sayısı, akoru oluşturan notaların sayısının bir eksiğidir.

Kök konumdayken bir büyük ve bir küçük aralığımız olduğunu daha önce gördük. Birinci çevrimde (Mi-Sol-Do') bir küçük üçlü ve bir dörtlü, ikinci çevrimde (Sol-Do'-Mi) ise bir dörtlü ve bir büyük üçlü aralık elde ederiz.

## Dört Sesliler

Akor üç yerine dört sesten oluşuyorsa, buna dört sesli (tetrad) akor denir. En yaygın dört sesli akor *yedilidir.* İki temel tip yedili vardır. Bunlar, majör yedili ve dominant yedilidir. Uygulamada dominant yedili, majör yediliden daha fazla kullanılır ve buna genellikle sadece "yedili" denir. Majör yedilide eklenen dördüncü nota, kökün üst oktav notasından bir yarım ses aşağıdadır ve Do majör örneğinde bu nota Si'dir. Dominant yedili için eklenen nota, kökün üst oktav notasından bir tam ses aşağıdadır. Do majör örneğinde bu nota, Si♭ olur.



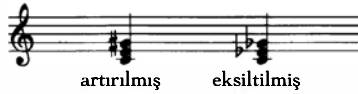

Majör yedili, caz müzisyenlerinin sevdiği hafifçe ahenksiz bir ses üretir, bu nedenle cazda sık kullanılır.

Yedili'nin yanı sıra *altılı* akorumuz da vardır. Bu akor da yaygın biçimde kullanılır ve üç sesli akorun beşlisinden bir tam ses yukarıdaki sesin eklenmesiyle elde edilir. Do majör örneğinde bu ses La'dır. Altılı akorlar popüler müzikte önemli bir rol oynar ve

pek çok caz piyanisti majör akorların tümüne (en azından çoğuna) altılıyı ekler.

## Artırılmış ve Eksiltilmiş Akorlar

Yukarıda sözünü ettiğimiz iki akor tipine ek olarak iki önemli akor daha vardır. Aslında biz bunlarla zaten tanışmıştık. Bunlar artırılmış ve eksiltilmiş akorlardır. Artırılmış akor, beşliye diyez konularak elde edilir. Eksiltilmiş akor ise beşliye ve üçlüye bemol konularak elde edilir. Her iki akor tipi de yoğun biçimde kullanılmakla birlikte majör, minör veya yedili akorlar kadar yaygın değildir. Her iki yedilinin de kullanılmasına karşın, dominant yedili daha yaygındır.




**Tablo 10.** Yaprak müzik notasyonunda kullanılan akor şifreleri

| Akor tipi | Simge |
|---|---|
| Majör | C, Cmag, CM |
| Minör | Cmin, Cm |
| Artırılmış | $C^+$Caug |
| Eksiltilmiş | Cdim, C° |
| Yedili (dominant) | $C^7$, $C^7$ |
| Majör yedili | Cmaj *7* |
| Minör yedili | Cmin *7* |
| Eksiltilmiş yedili | Cdim *7*, C° *7* |
| Artırılmış yedili | $C^+$*7*, Caug *7* |

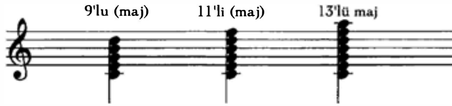
## Notasyon

Şimdiye kadar birçok akor tipine değinmiş olduğumuzdan şimdi bunları notada nasıl göstereceğimize bakalım. Popüler nota yaprakları (sheet music) genellikle ezgi ile ilişkili akorları verir. Notasyonun büyük bölümü standarttır fakat farklılıklar vardır. Tablo 10, genel olarak kullanılan akor kısaltmalarını kimi farklılıklarıyla birlikte göstermektedir.

## Genişletilmiş ve Asılmış Akorlar

Genişletilmiş ve asılmış akorlara bakmadan önce akorlara yapılan başka bir ilaveden söz etmek istiyorum. Herhangi bir akorda, üst oktav notasının eklenmesi yaygındır. Örneğin, Do-Mi-Sol üç sesli akorunu çalıyor olun akora, Do-Mi-Sol-Do' olacak şekilde Do' notasını eklemek yaygındır. Eli küçük olan insanlar için bu akor bir sorun olabilir fakat daha sonra göreceğimiz üzere bu akor, ezgileri çalmaya çok yardımcı olur.

Genişletilmiş akorlarda sadece üst oktav notası eklenmekle kalmayıp bunun ötesi de eklenebilmektedir. Bu tip akorlara *süper akorlar* denir. En yaygın süper akorlar dokuzlu, on birli ve on üçlüdür. Bu akorları göstermek için yine C akoru kullanılabilir. Dokuzluda Do' üzerine Re ekleriz; on birli için üstteki Fa'yı ve on üçlü için bir üstteki La'yı ekleriz.




Bu akorların çalınması imkânsız gibi görünebilir. Sonuçta sadece beş parmağımız var. Ancak uygulamada ilave notalar genellikle alt oktavda çalınır veya majör akorun bazı notaları hariç tutulur. *Örneğin dokuzluda,* alttaki Do'nun üstündeki Re çalınır; on birlide ise Fa çalınır.

Bu akorların notasyonu C9, C11 ve C13 şeklindedir. Üstteki notların bir *majör* yediliyle veya bir dominant yediliyle çalınabileceğini muhtemelen fark etmişsinizdir. Yukarıdaki notasyon genellikle dominant yedili için geçerlidir; majör yedili için Cmaj9, Cmaj11 ve Cmaj13 notasyonunu kullanmaktayız.

Asılmış akorlar, genişletilmiş akorlarla yakından ilişkilidir. İki tipi vardır: Asılmış ikili ve asılmış dörtlü. Bu iki tip içinde daha yaygın olan asılmış dörtlüdür. Asılmış dörtlüde, üçlü yarım ses tizleştirilmiştir. Böylece C akoru için Do-Mi-Sol yerine Do-Fa-Sol elde edilir. Bu akoru piyanoda çalarsanız sesi hafifçe ahenksiz gelecektir fakat bu, cazda popüler bir akordur. Asılmış ikili için üç-

lüyü bir tam ses pesleştirirsiniz. C akoru örneğinde, Do-Re-Sol elde edilir. Kuşkusuz bu akorların dokuzludan veya on birliden ne farkı olduğunu soracaksınız. Alttaki notaları aynıdır fakat asılmış akorlar içinde yedili vesaire bulunmayışıyla ayrılır. Asılmış akorların simgeleri Csus4, Csus2 şeklindedir.

## Ezginin İçini Doldurmak

Bu noktada akıllara gelen soru şu: Tüm bu farklı akorlarla ne yapacağız? Bunları öncelikle ezginin içini doldurmak için kullanmaktayız. Popüler bir müziğin yaprak notasını aldığınızda, şarkının ezgi notasını almış olursunuz. Akorlar, her ölçü üzerinde simgelerle verilir. Genellikle şarkı için basit bir düzenleme de verilir. Nota okuyorsanız muhtemelen basılı bir düzenlemeyi çalmışsınızdır fakat çoğu müzisyen için bu düzenleme genellikle çok basittir. Ezgiyi akorlarla nasıl doldurabileceğinizi ve kendi düzenlemenizi nasıl yapabileceğinizi size göstermek istiyorum. Kolay bir şarkı olan "In the Good Old Summertime"ı ele alalım; 3/4 zamanla Do majör tonda yazılmıştır.




Basit nota dizisi bize, ezgiyi ve üstündeki simgeler de akorları vermektedir. Tahmin edeceğiniz üzere akorları doldurmanın birçok yolu vardır. Ben, bir dizi adımı listeleyerek geleneksel yöntemin çerçevesini vereceğim.

Ezgiyi, yaprak notada verildiğinden bir oktav yukarı alın. Bu, sol eldeki akorlar ile çakışmayı önlemek içindir (Eğer ezgi hâlihazırda fazla yüksekteyse bunu tercih etmeyebilirsiniz.)

Yukarıdaki nota örneğindeki gibi, ilk birkaç notayı (giriş notaları), tek ses veya oktavlar halinde çalın.

Her ölçünün ilk notasını akorun en üst sesi olarak çalın. Diğer bir deyişle akor, ezgi notasının *altına* serilecek şekilde çalınır. Ölçü üstünde yazan simgeye uygun akoru kullanın (örneğin Do-Mi-Sol).

4. Şarkı görece basitse ve sekizlikler birkaç taneyse notaların çoğunu akorlar halinde çalabilirsiniz. Diğer taraftan eğer eser hızlı ve birçok sekizlik nota içeriyorsa bunların hepsine akor basmak genellikle imkânsızdır. Yapsanız bile müzik çok yoğun tınlar.
5. Altına akor sermediğiniz bir nota olduğu takdirde bunu tek bir nota veya oktav halinde çalabilirsiniz.
6. Eğer ezgi notası, kullanılan üç sesli (veya dört sesli) akorun içinde yer almıyorsa bu notayı çalarken üç sesli akora ait notaları mümkün olduğu kadar kullanın.

Bu adımlar yukarıdaki şarkıya uygulanarak aşağıdaki yorumu elde edilir:

Uygulamada notaları üst oktavda okumuyor olursunuz çünkü her şey piyano üzerinde yapılmaktadır. Siz, sadece bir oktav yukarı kayarsınız. Aslında ezginin bir oktav yukarıda olduğunu düşünüp tüm akorları genişletilmiş oktav notasıyla birlikte çalarak bunu aşabilirsiniz. Örneğin, bu durumda Do majör akoru Do-Mi-Sol-Do' olurdu. Bundan sonra akorları ezgi notasından yukarı doğru genişletmeyi düşünebilirsiniz. Böylece ilk dört ölçümüz aşağıdaki gibi olur:

Bu size, birkaç nota daha verir ve düzenlemeyi daha dolu kılar. Aslında çoğu durumda bu tam akorların tınısı size çok yoğun gelecektir. *Bunu aşmanın en iyi* yolu, notaların bazılarını oktav hatta tek nota halinde çalmaktır.

## Peki Ya Sol El?

İş, sağ eldeki ezgiye eşlik etmeye geldiğinde birçok farklı sol el motifleri kullanılır. En basiti tek notalardan oluşan bir dizidir. Ölçüdeki ilk nota daima akorun kök sesi olmalıdır. Diğer notalar akorun üçlüsü veya beşlisi olabilir. Yukarıdaki şarkı için şöyle bir dizi söz konusu olabilir:



Veya aşağıdaki gibi akorun bir bölümünü veya tümünü kullanabilirsiniz:



Daha bütün akorlar da kullanabilirsiniz, böyle bir durumda ilk notayı aşağıda çalmak daha uygun olur:



Şarkı 3/4 yerine 4/4'lük zamanda olursa bas motifi elbette farklı olur. En yaygın motiflerden biri *swing bas* olarak anılmaktadır. Bu durumda aşağıda görüldüğü gibi kök notasıyla başlar, bir akor çalar sonra akorun kök notasının beşli üzerindekini çalar ve sonunda tekrar aynı akoru çalarsınız:




Çeşitlilik için elbette bunu birçok farklı yolla yapabilirsiniz. Tek notalar oktav olabilir veya aşağıdaki gibi akor yürüyüşlerini çalabilir ya da görüldüğü gibi ölçü içinde akorun düzenini değiştirebilirsiniz:




Birçok olasılık olduğunu söylemeye gerek yok.

## Ses Dağıtımı ve Düzenleme

Her şeyi swing bas eşliğindeki blok akorlar ve birkaç tek notayla çalmak kısa sürede sıkıcı bir hal alır ve çaldığınız her şey aynı tınlar. İşlere biraz baharat katmak için çeşitliliğe başvurmalısınız. Özellikle her akor için standart üç sesli akorları kullanmamalısınız; önemli olan, en iyi tınlayan akorları seçmektir. Bu seçim işine genellikle *ses dağıtımı* denir. Dört ya da beş sesli akorların olduğu bazı durumlarda, bu seslerden sadece ikisini veya üçünü kullanmayı seçebilirsiniz. Bir veya iki ölçü boyunca ikililerden veya tek notalardan oluşan bir yürüyüş kullanmayı tercih edebilirsiniz. Püf noktası, hangisinin en iyi tınladığını bulmak için deney yapmaktır. Bu, sol el için de geçerlidir. Kullanmak isteyebileceğiniz sayısız sol el çeşitlemeleri mevcuttur. Bunların birkaçına daha önce değinmiştim. Siz de diğerleriyle denemelere girişmek isteyebilirsiniz. Bunun "In Good Old Summertime" şarkısı için bir örneği aşağıda verilmiştir:




Tüm şarkılarda "ölü" boşluklar veya çok az şeyin olup bittiği ölçüler vardır (uzun ezgi notaları) Bu, yaratıcı olmanız için size başka bir fırsat demektir. Eklenebilecek sayısız "dolgu" vardır. Örnek olarak, birkaç notadan oluşan bir karşıt-ezgi, bir aralıklar veya ikililer yürüyüşü, akor seslerinin arpeji ve sadece bazı akorlar verilebilir. Bu dolgular bazen ezgiden bir oktav yukarıda çalınır.

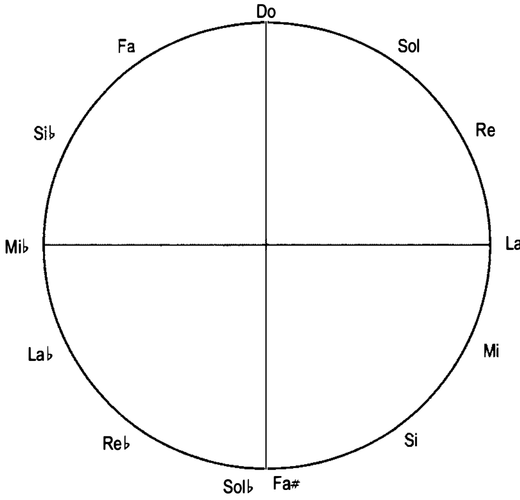
Amaç, seveceğiniz ve ezberleyeceğiniz bir düzenleme bulmaktır. Onu çalarken daima biraz çeşitleyebilirsiniz ama artık üzerinde çalışacağınız bir zemininiz olur.

## Akor Yürüyüşü ve Beşliler Çemberi

Beşliler çemberi daha önce tanıtılmıştı ve bunun müzisyenler, özellikle de akorlarla uğraşanlar için çok değerli olduğundan söz etmiştim. Hatırlamanıza yardımcı olmak için bunu *Şekil 61*'de tekrar veriyorum. Daha önce de ifade ettiğim gibi, bunu ezberlemek yararlı olur.

Beşliler çemberi, bir şarkıdaki akor yürüyüşüyle ilgili olarak özellikle önemlidir. "The Good Old Summer" şarkısında gördüğümüz üzere, akorlar birkaç ölçüde bir, bazen de tek bir ölçü içinde değişir. İlk birkaç ölçü boyunca akor yürüyüşü C C7 F C şeklindedir ve diğer şarkılara baktığınızda benzer yürüyüşleri görürsünüz. Öyleyse sorulması gereken soru şudur: Bu akorlar, kurallı bir biçimde mi değişmektedir? Diğer bir deyişle başka birinin yerine tercih edilen özel bir yürüyüş var mıdır? Anlaşılacağı üzere akorlar çoğunlukla belirli bir biçimde değişmektedir. Yukarıdaki yürüyüşe bakarsanız, değişimlerin kademeli olduğunu görürsünüz. Başka bir deyişle akor yürüyüşündeki bir akorun notalarının çoğu, kendinden bir önceki akorun notalarıyla aynıdır. Bu bize, bir akor toptan değiştiği takdirde tınının çok da doğru olmayacağını gösterir. Örneğin, C Ab B C gibi bir yürüyüşü nadiren görürsünüz. Bunun sebebi, bu yürüyüşteki ardışık akorlar arasında ortak olan notanın az olmasıdır.

Beşliler çemberi, kabul edilebilir yürüyüşleri belirlememize olanak tanıması bakımından kullanışlıdır ve bu yürüyüşlerin nereden geldiğini anlamamıza yardım eder. Standartların ve eski folk şarkıların birçoğunun akor yürüyüşleri gayet basittir. Örneğin, Do majör tondaki bir şarkının ilk sekiz ölçüdeki akor yürüyüşü C F G7 C olabilir. Bunu analiz etmek için beşliler çemberini *(Şekil 62)* kullanalım. Merkezden şarkının tonunu temsil eden C akoruna (Do majör) veya adlandıracağımız şekliyle "merkez üssü"ne kadar bir ok çizeceğiz. F ve G'ye giderken akorlar eksen akor C'ye göre çok değişkenlik göstermemektedir. Hatta okumuz her zaman yine merkez üssümüze doğru çizilmektedir.

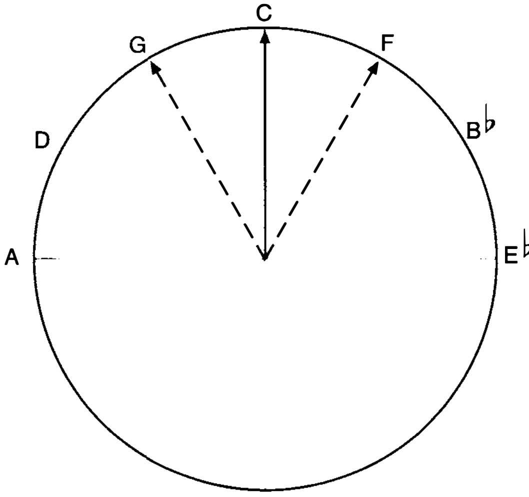



**Şekil 61.** Beşliler çemberi.

Daha modern şarkılar daima eksen akorundan başlar sonra bu akorun iki veya üç ya da belki dört solundaki (saat-yönü tersi) akora gider. Do majör tonunda bu akor A olabilir. Fakat yürüyüş daima merkez üssüne çekilir, böylece bir D akoruna, sonra G akoruna ve nihayet C akoruna *(Şekil 63)* yönelir. Burada sorulması gereken soru şudur: Hangi akor tipleri kullanılmaktadır? Buna yanıt olarak akorların Roma rakamıyla gösterimine geri dönmeliyiz:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C | D | E | F | G | A | B |
| I | ii | iii | IV | V | vi | vii° |

Bu bize Do majör tondaki D, E veya A akorlarının minör olduğunu, diğer yandan IV ve V akorlarının (F ve G) majör akorlar olduğunu söylemektedir. Fakat majör için yedili akorlar kullanırsak muhtemelen bir önceki akor ile daha çok ortak sesimiz olacaktır. Böylece akor yürüyüşümüz C Dmin G7 C olur. Bu yürüyüş, I ii V I gösterimiyle de yazılabilir ancak (I) simgesi genellikle atılır çünkü tüm yürüyüşler I ile başlar.



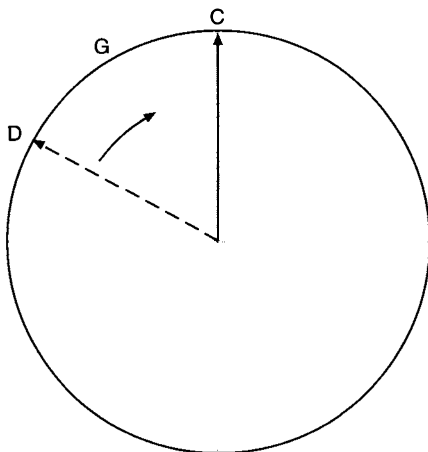

**Şekil 62.** C F $G^7$ C akor yürüyüşü olan bir şarkıyı gösteren beşliler çemberi.

Şimdi akor yürüyüşümüzü daha da ilerletmek için Mi bemol majör (E♭) tonda bir şarkı düşünelim. Bu durumda merkez üssümüz E♭ olur ve okumuz, saat-yönünün tersine yine birkaç konuma hareket eder *(Şekil 64)*. Okun, dairenin çeyreği kadar hareket ederek C'ye gittiğini varsayalım; bundan sonra E♭'ye geri dönüş yoluna başlayarak önce F'den ardından Bb'den geçecektir. Şimdi Mib dizisi için Roma rakamlı gösterimle şu nota sıralamasını elde ederiz:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| E♭ | F | G | Ab | Bb | C | D |
| I | ii | iii | IV | V | vi | vii° |

Bunu kullanarak hangi akorlara ihtiyacımız olduğunu belirleyebiliriz. F, bir minör akordur. Bu yüzden Fmi kullanılır. C de bir minör akordur ve Bb bir majör akordur o yüzden Bb7 kullanacağız. Böylece yürüyüşümüz Eb Cm Fmi Bb7 Eb olur. Bazı durumlarda minör akorlara yedililer eklenmektedir.

Son olarak, kısaca C'nin solundaki yürüyüşlerden birine bakalım. Örneğin, Sol majör tonundakine. Merkez üssümüz G'dir, o yüzden ok *Şekil 65*'te gösterildiği gibi G üzerinde başlar sonra saat

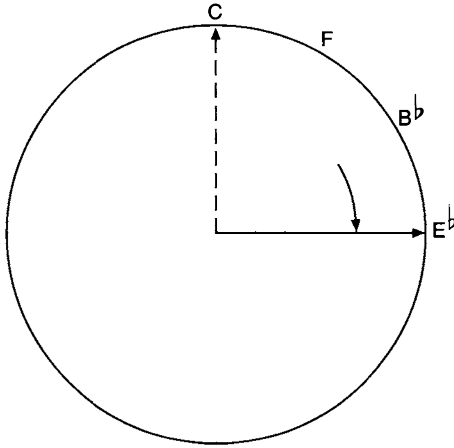



**Şekil 63.** Eksen notaya geri dönüşü gösteren beşliler çemberi.

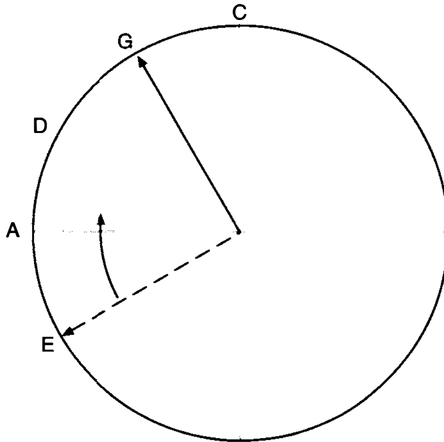
yönünün tersi istikamette birkaç konuma gider. E'ye gittiğini kabul edelim. Buradan eve doğru dönüşüne başlar, önce A'ya sonra D'ye ve son olarak G'ye. A ve E akorlarının ikisi de minör akorlar olacaktır, D ise bir yedilidir.

Çoğu şarkıdaki akor yürüyüşü bu şekilde olur fakat katı kurallar yoktur ve pek çok şarkı bundan farklılık gösterir. Eksen sesten saat yönünün tersine iki veya dört konum hareket edebilir ama hemen hemen asla yarım daireden fazla hareket etmez. Ayrıca eve dönüş güzergâhında bir ölçü için tekrar geri dönmeye karar verebilir ama nihayetinde yönünü tekrar eve doğru çevirir.

Beşliler çemberini yukarıdaki gibi kullanarak akor yürüyüşleri elde edebiliriz fakat caz üzerine herhangi bir kitap okuduysanız, II V I yürüyüşüne defalarca atıfta bulunulduğunu görmüşsünüzdür. Bu örnekte Roma rakamlarının kullanımı, yürüyüşü belirtmek içindir ve bu oldukça yaygındır. Do majör tonu için II V I rakamları C Dmi G7 C yürüyüşüne karşılık gelir fakat gerçekte bunlar bu yürüyüşten fazlasına karşılık gelmektedir. Eğer Roma rakamları yerine normal rakamları kullanırsak, bu yürüyüş 2 5 1 şeklinde olur ama beşliler çemberini kullanarak bunu kolaylıkla 4 7 3 6 2 5 1 şeklinde genişletebiliriz. Bu durumda ok, eksen no-




**Şekil 64.** Mi♭ majör (E♭) tondaki bir şarkı için beşliler çemberi.




**Şekil 65.** Sol majör (G) tondaki bir şarkı için beşliler çemberi.

tadan 180 derecelik konumda başlayacaktır. II V I, bu yürüyüşün tümüne ya da herhangi bir bölümüne karşılık gelir.

Elbette başka önemli akor yürüyüşleri de vardır. IV V I yürüyüşü, caz ve Blues müziğinde yoğun olarak kullanılmaktadır ve zaman zaman V IV V I ve III VI V I gibi yürüyüşler de kullanılır.

Tüm bunların bir müzisyene nasıl bir yararı olduğunu merak edebilirsiniz. Görüleceği üzere bunun birçok bakımdan yararı var-

dır. Her şeyden önce müzisyene, çalmakta olduğu bir şarkıda, bir sonraki akorun ne olabileceği hakkında bir fikir verir. Bu, besteciler için de kullanışlıdır; hangi akorların kullanılacağını elbette bilmeleri gerekir. Akor yürüyüşlerine ilişkin bir bilgi, bir şarkıyı armonize ederken özellikle faydalıdır ve göreceğimiz üzere bunu bilmek cazın önemli bir yönü olan doğaçlama (serbest çalım) için de kullanışlıdır.

## Vekil Akorlar

Çoğu şarkı, görece basit akorlar kullanılarak yazılır: Bunlar çoğunlukla aralarında birkaç yedilinin ve kimi zaman da eksiltilmiş akorların bulunduğu majör ve minör akorlardır. Birçok müzisyen, özellikle de caz müzisyenleri daha karmaşık akorlar kullanarak parçayı "cazlamayı" sever. Bu yüzden yaprak müzikte gösterilen akorların birçoğunun yerine vekil akor kullanırlar. Yine bu vekil akor kullanımında katı kurallar yoktur ve icracı kendi hünerini kullanmalıdır. Ancak birçok müzisyenin kullandığı bir dizi standart vekil akor vardır. Bunlardan bazıları aşağıdaki gibidir:

- *Triton vekil.* Triton, eksen akordan üç tam ses mesafededir. Sol'ü örnek alırsak tritonumuz Do# olur ve bu, G7 yerine C#7 kullanabileceğimiz anlamına gelir. Bunu hatırlamanın en kolay yolu tritonun, bemol beşli olduğunu fark etmektir. Bu, caz müzisyenlerinin gözdelerinden biridir.
- *Akor ekleri.* Bir akora daima notalar ekleyebilirsiniz. C6 akoru, C akoru yerine kullanılan yaygın vekillerden biridir. Majör yedili, dokuzlu veya on birli bir akor da kullanılabilmektedir. Csus2 veya Csus4 gibi asılmış akorlar da C akorunun yerine kullanılabilmektedir.
- *İlgili majörler ve minörler.* Daha önce her majör dizinin ilgili bir minör dizisi olduğunu görmüştük. Bu dizi, majörün üçlü altından başlayarak aynı notaları kullanan dizidir. Örneğin, Do majör tonunun ilgili minörü La minördür. İlgili minör, majörünün yerine vekil olarak kullanılabilir. İlginç şekilde, majörün üçlü yukarısındaki minör akor da iyi bir vekildir. C akoru örneğinde bu, Emin akoru olur.

- *Eksiltilmiş ve artırılmış vekil akorlar.* Orijinal akordaki notaların birkaçını içeren herhangi bir akor vekil olarak kullanılabilir. Böylece majör akorlar yerine vekil olarak eksiltilmiş ve artırılmış akor kullanmak için deney yapabilirsiniz. Önemli olan tek şey doğru tınlamasıdır. Kullandığınız akorun üçlü yukarısındaki eksiltilmiş bir akor sık kullanılan vekillerden biridir.
- *Kromatik vekiller.* Belli bir notadan başlayan bir akora giderken, o akorun başladığı notaya bir "adım" mesafedeki akor kullanılabilir. Örneğin C G7 yürüyüşü, C F# G7 şeklinde yazılabilir.

Elbette birçok farklı vekil akor vardır –benim burada açıklayabileceğimden çok daha fazla– ve bunları bulmanın en iyi yolu deney yapmaktır.

## Doğaçlama

Daha önce doğaçlamanın cazın önemli bir parçası olduğundan ve geliştirilecek faydalı bir beceri olduğundan söz etmiştim. Doğaçlama, birçok bakımdan bir sanattır. Usta bir doğaçlayıcı olmak için kurallar veya reçeteler yoktur fakat yardımı dokunan teknikler vardır. Doğaçlamanın büyük kısmı diziler ve arpejler (bir akorun seslerinin ardışık olarak çalınması) üzerine kuruludur. Akorların kendisi de büyük oranda kullanılır. Blues dizileri gibi, pentatonik diziler de özellikle kullanışlıdır. Dizilerle birlikte "arızalar" da çeşitlilik için sıklıkla kullanılmaktadır.

En iyi doğaçlayıcılar, dört, beş veya altı notalık dizilerden oluşan *motifleri* kullanırlar. Bunlar çoğu şarkıda görülen motiflere benzer. Bu icracıları dikkatlice izlerseniz, bu motifleri çeşitli şekillerde birbirine bağladıklarını görürsünüz. Hatta en iyi stratejilerden biri beş veya altı motifi ezberleyip bunları çeşitli şekillerde çalmaktır. Bunları baştan sona, sondan başa, birkaç nota atarak, oraya buraya birkaç nota ekleyerek çalın. Bu motifler genellikle diziler ve akor arpejleri üzerine kuruludur ve aslında bunlarla dizilerin ve akor arpejlerinin parçaları arasında bağlantı kurabilirsiniz. Bir dizi kromatik nota ilavesi de oldukça etkilidir.

Çoğu şarkının genel formu AABA veya ABAB olup (A ve B tekrar eden bölümleri temsil eder) A ve B'nin her biri 8 ölçüden olmak üzere, toplam 32 ölçü uzunluğundadır. Diğer yandan Blues'daki bölümler genellikle 12 ölçü uzunluğundadır.

Akor yürüyüşleri bilgisi doğaçlamada esastır. III-VI, II-V-I kadar geri gidebilir veya sadece III-VI, II-V-I'i kullanabilirsiniz (Do majör tonunda bunlar Emin Amin Dmin G7 C veya Dmin G7 C şeklinde olurdu). Ancak herhangi bir tonda doğaçlama yapabilmek önemlidir.

# Ritmin Olmalı

## Ritim ve Müziğin Türleri

Ritim, müzikte önemli bir rol oynar. Ritmi çok olan insanlardan biri George Gershwin'di. "I've Got Rhythm" (Ritmim Var) onun, popüler şarkılarından biriydi. *Girl Crazy* adlı Broadway müzikalinde Ethell Merman'ın adeta şakıdığı bu şarkı, gösterinin hit'iydi ve popüler bir standart haline geldi. Aslında ritim, ezgi ve armoni ile birlikte herhangi bir müzik parçasını meydana getiren üç ana bileşenden biridir. Ritim özellikle önemlidir çünkü büyük oranda müziğin türünü belirler. Müzik dinleyen herhangi bir kimse, rock müziğinin New Age veya klasik müzikten çok farklı bir ritmi olduğunu bilir.

Peki, ritim tam olarak nedir? Ritim için *Concise Oxford English Dictionary*'de verilen resmi tanım, "müzikal bir kompozisyonun notaların süresi ve periyodik vurgusu ile ilgili özelliği" şeklindedir. Oysa çoğu insan için ritim, ayaklarını yere vururken veya alkış tutarken yaptıkları vuruşla ilişkilidir. Bu, müziğin altında yatan atım ile ilgilidir ve zaman örüntülerini içerir. Ritmik birim, belli bir zaman periyoduna sahip olan ve sürekli tekrarlanan bir notalar örüntüsüdür. Modern müzikte ritim, genellikle davul ve bastan bazen de klavye ve gitar gibi çalgılardan oluşan bir ritim gru-

bu tarafından vurgulanır. Bunlar ritim vuruşunu belirginleştirir ve devam ettirir. Ritim vuruşunun hızına *tempo* denir.

Senkop ve ritmik öncül, ritimde sıklıkla önemli bir rol oynar. Senkop, ritim vuruşunda genellikle vurgulanmayan kısımları vurgulamaktır. Ritmik öncül ise notayı ritim vuruşundan önce çalmaktır. Örneğin, buradaki ilk ölçüdeki son sekizlik nota, ikinci ölçüdeki birinci vuruşun yerine öncelenerek (ve onun yerini alarak) çalınmıştır:



Senkopun türlerinden biri, vurguyu *art vuruş* (backbeat) üzerine koymaktır. Bu, rock and roll ve reggae müziğinde özellikle önemlidir. 4/4'lük bir müzikte ikinci ve dördüncü vuruşlar art vuruşlardır. Birinci ve üçüncü vuruşlara ana vuruşlar denir ve bunlar genellikle klasik müzikte vurgulanır. Art vuruş senkobu, çoğunlukla davul veya bas tarafından verilir.

Yukarıda değindiğim gibi, müziğin türünü belirleyen genellikle ritimdir. Bu bölümde farklı türdeki müziklere ve bunlarla ilişkili ritimlere bakacağız. Elbette pek çok farklı müzik türü mevcuttur ve bunların hepsini ele alma imkânım yok. O yüzden eğer sizin gözde müzik türünüze değinmemişsem özür dilerim. Sonraki bölümde temel müzik türlerinin bir özetini vereceğim (sıralamada herhangi bir öncelik olmadığını belirtmeliyim). İzleyen bölümlerde her birini ayrıntılı olarak ele alacağız.

## Müzik Türlerinin Özeti

Özetimize rock and roll müzik (genellikle rock'n roll olarak anılır) türleriyle başlayacağım. Bu müzik, 1940'ların sonuyla 1950'lerin başlarında sahnelerde patlama yaptı ve o zamandan bu yana özellikle genç insanlar arasında popülerliğini sürdürdü. Bu müziğin baskın yönü onu, "dans edilebilir" bir müzik yapan kuvvetli ritim vuruşlarıydı ki bu da gençler için her daim popüler kalma nedenlerinden biriydi.

Listemdeki ikinci müzik türü blues. Bu müziğin kökeni ilk Afrika kökenli Amerikalı kölelerin dini ritüellerine dayanır. Kelimenin kökü hüznün rengi olarak bilinen mavi (blue) sözcüğüne dayanır. Adından da anlaşılacağı üzere şarkıların sözleri genellikle sıkıntılar, zorluklar ve dertlerle ilgilidir. Blues, blues dizisi ve bemol üçlüler, beşliler ve yedililerle birlikte kederli veya "mavi" tını veren "mavi notalar" üzerine kuruludur. Göreceğimiz üzere, pek çok farklı müzik türünden etkilenmiştir ve yıllar boyunca değişmiş olsa da halen temel özelliklerini korumaktadır.

Boogie-woogie, blues ile yakından ilişkilidir. Bir ana müzik türü olarak değerlendirilemeyecek olsa da pek çok türü etkilemiştir. Genellikle sol elin ritmi taşıdığı, yüksek tempolu ve hızlı bir müziktir. Boogie-woogie, en parlak çağını 1930'lar ile 1940'larda yaşamıştır ancak günümüzde halen zaman zaman hatta bazen hit olan parçalarda duyulmaktadır.

En hakiki Amerikan müzik stillerinden biri cazdır. Onu tanımlamak özellikle birçok alt-türe sahip olmasından dolayı biraz zordur. Ragtime, Dixieland, bebop ve daha birkaçı birden cazın özel türleridir. Cazın karakteristik özelliği mavi notalardır. Bu yüzden belirgin bir biçimde blues ile ilişkilidir. Caz gayet ritmiktir ve yoğun bir swing, senkop, ritmik öncül ve çoklu-ritim kullanımı (aynı anda birden çok ritim) içerir. Cazın önemli yönlerinden biri serbest-çalım ya da doğaçlamadır. İlk caz müzisyenlerinin hepsi büyük doğaçlayıcılardı. Dokuzlular ve on birliler gibi süper akorlar da caz müziğinde önemli bir rol oynar.

Country müziği, caz ve blues'dan çok uzak görünür ancak bunlarla ve tartışmasız bir şekilde rock and roll ile bağları vardır. Hatta country müziğinin bir dalı country rock olarak adlandırılmaktadır. Country müzikte ritim önemlidir ancak rock and roll'daki gibi vurgulanmaz. Elektrogitar, şimdilerde bu müzik türündeki ana çalgıdır ancak elbette diğer çalgılar da kullanılmaktadır. Müzik genellikle yüksek tempoludur fakat sözler blues'daki gibi genellikle aşkla ilgilidir.

New Age müziğinin dinleyicisi, country veya rock and roll müziğinin dinleyicisine göre çok daha azdır. Bu müzikten zevk alan-

ların çoğu, bunun aynı zamanda bir yaşam biçimi olduğuna yürekten inanmaktadırlar. Oysa kimileri aynı fikirde değildir. Ritim vuruşu ve ritim burada önemli değildir. New Age genellikle yumuşak bir müziktir. Hatta çoğu insan bu müziği "doğa" müziği olarak adlandırır ve aslında New Age kayıtlarında kullanılan seslerin bazıları akan su, rüzgâr, dalgalar ve şelaleler gibi doğa sesleridir.

Sırada geniş kapsamlı bir tabir var: "Pop müzik." Ticari olarak pop, hiç kuskusuz en çok satandır ve genellikle gençlere yöneliktir çünkü en çok CD'yi onlar satın alır. Pop müzik, özellikle rock and roll (şimdilerde söylendiği gibi sadece "rock") olmak üzere genellikle burada değinilen diğer kategorilerden müzikleri içermektedir. Pop müzik, yıllar içinde önemli ölçüde değişmiştir; 1940'ların ve 1950'lerin pop müziği 1980'lerdeki, 1990'lardaki ve daha sonrasındaki pop müzikten çok farklıydı. Yıllar içinde daha kuvvetli ritim vuruşları olan daha hızlı müziklerin popülerliği arttı.

Rhythm and blues, blues ve cazın bir dalıdır. Başlangıcı 1940'ların başına dayanır ve rock and roll'un atalarından biridir. İlk zamanlarındaki biçimi, "jump blues"dan ve ilk Afro-Amerikan kilise müziğinden büyük ölçüde et ilenmiştir.

Günümüzde genellikle "soul" müziği ve "funk" (ezgi ve armoniye daha az önem veren hızlı ve ritmik tipteki bir müzik) ile ilişkilendirilir.

Gospel müziği, ABD'nin güneydoğusundan gelmekte olup ilk zamanlarda Afro-Amerikan kilisesiyle ilişkilendirilmişti. Genellikle yavaş gospel ve hızlı gospel olarak ikiye ayrılır.

Jamaika'dan gelen Reggae müziğinin karakteristik yönü kuvvetli art vuruşlarıdır. Bu bir Latin Amerikan müziği türü olsa da bu bölgedeki rumba ve tango gibi stillerin çoğundan bayağı farklıdır.

Son olarak, bölümün sonunda klasik müziği ele alacağız ama bunun önemli olduğunu hissettiğimden dolayı değil. Kuşkusuz önemlidir. Bu müzik, müziğin en eski biçimlerinden biridir ve diğer tüm türler belli ölçüde bundan türemiştir. Klasik müzikte dönemlerle ilişkilendirilmiş olan birçok alt bölüm vardır ve bunların yanı sıra belli başlı bazı besteleri de ayrıntılı olarak ele alacağım.

## Rock 'n' Roll

Rock 'n' roll, 1940'ların sonunda başladı. Caz, blues ve hatta country müziğin ilk örneklerinden türetilmişti. Aslında ilk başlardaki haline "rockabilly" deniyordu ve bu deyimin kökeni "hillbilly" olarak adlandırılan müziğe uzanıyordu. *Rock and roll* teriminin çıkışı belirsizdir ancak güney kökenli kimi gospel şarkılarının adlarında "rocking" sözcüğü geçiyordu. Bu ismi veren kişi olarak kimi zaman Cleveland, Ohio'dan dj Alan Freed gösterilmektedir. Hiç kuşkusuz Freed, rock and roll'u gündeme getiren kişidir. 1952'de ilk rock konserlerini o organize etmiştir. Bunlara büyük kalabalıklar katılmış ve konserler genel olarak çok başarılı oldukları yönünde yorumlar toplamıştı. İlk konserlere gelenler daha ziyade Afrika kökenli Amerikalılardı ancak kısa süre içinde daha çok beyaz Amerikalı gelmeye başladı ve rock and roll gerçek anlamda uçuşa geçti.

Bir rock and roll hit'i olarak kabul edilebilecek ilk hitlerden biri Joe Turner'ın 1939'da çıkardığı piyano kırkbeşliği "Roll 'em Pete" idi. 1954'te "Shake, Rattle and Roll" ile yine listeleri salladı ve elbette 1954'teki "That's All Right (Mama)" hit'iyle sahnelerde patlama yapan Elvis Presley vardı. Herkesin bildiği gibi bunu bir Presley hitleri serisi izledi. Yine bu sıralarda Bill Haley and the Comets'ten inanılmaz şekilde popüler olan "Rock around the Clock" geldi. Birleşik Devletler listelerinde haftalarca zirvede kalan şarkı ayrıca İngiltere ve Avustralya'da da hit oldu.

Zamanın diğer önemli rock and roll sanatçıları Chuck Berry ve Little Richard idi. Little Richard, 1955'teki "Tutti Frutti"si ile çıkış yaptı. Sonraki birkaç yıl içinde 50 şarkı kaydetti, iki albüm ve dokuz kırkbeşlik yayınladı. Boogie-woogie piyanoyu ağır art vuruşlar ve gospel tarzı sözlerle birleştirdi. Onu izleyen çoğu rock müzisyeninin onun stilinin güçlü etkisi altında girmiş olduğu iddia edilmiştir. Bunlardan biri, Little Richard gibi öncelikle bir piyanist olan Jerry Lee Lewis ve birçoğunun Rock and Roll'un Kralı olarak andığı Buddy Holly'dir. Holly 1959'da bir uçak kazasında öldü.

Tüm bunlar sahneyi "İngiliz istilası"na hazırlamıştı ve Amerika'ya ilk gelenlerden biri Beatles'dı: John Lennon, Paul McCartney, George Harrison ve Ringo Starr. *Ed Sullivan Show*'da çıkmalarından sonra uluslararası bir ün kazandılar ve sonraki birkaç yıl içinde listelerde bir numaraya ulaşan ve onları tüm zamanların en çok satan grubu yapan 40'ın üzerinde kırkbeşlik ve albüm yayınladılar. Bir milyarın üzerinde albüm sattıkları tahmin edilmektedir.

Rock and roll'un en ayırt edici özelliklerinden biri ritim vuruşlarıdır. Genellikle trampet tarafından verilen belirginleştirilmiş bir art vuruşu vardır. İlk rock and roll hitlerinin birçoğunda Little Richard ve Jerry Lee Lewis tarafından piyano kullanılmıştı fakat kısa süre sonra bunun yerini baş çalgı olarak elektrogitar aldı. Saksafonlar da ilk hitlerin çoğunda kullanılmıştı ancak bunlar daha sonra rock and roll'da çok kullanılmadı. Fakat klavyeler halen yoğun biçimde kullanılmaktadır.

Peki ama rock and roll'u ayrı kılan nedir? İlk başlardaki rock and roll'da boogie-woogie'dekine benzer ölçü başına sekiz vuruş yapısı sıkça kullanılmıştı. Tipik bir motif şöyledir:



Bas partisinde *yaygın şekilde* kullanılan diğer motifler, bütün ve kırık oktavlar olup aşağıdaki gibidir:



Tekrar edilen tek notalar da sıklıkla kullanılmaktaydı.
Aşağıdaki motifte görüldüğü gibi ritmik öncül önemlidir:



Ritmik öncül sağ elde de sıkça kullanılmıştır.

Basit bas motifleri kimi zaman sıkça tekrar edilmiştir; bunun bazen şu şekilde kullanılan iyi bir çeşitlemesi aşağıdaki gibidir:



Jerry Lee Lewis'in gözde sol-el motiflerinden biri ise şöyleydi:



Bu motifler boogie-woogie motiflerine benzer görünse de bunlar rock and roll'da farklı şekilde çalınmaktadır. Boogie'de genellikle her ikinci notaya vurgu yapılırken rock'da tüm notalar eşit biçimde vurgulanır.

## Blues

Rock and roll, blues'a çok şey borçludur. Aslında blues'un caz, Dixieland, bluegrass, rhythm and blues, country ve pop dâhil olmak üzere pek çok müzik türü üzerinde güçlü bir etkisi olmuştur. İlk blues şarkıları, kölelerin tarlalarda çalışırken kullandıkları "soru ve cevap" düzeni üzerine kuruluydu. Benzer bir düzen daha önce Afrika'da kullanılmıştı. "Soru ve cevap"ta, grubun bir bölümü şarkının bir cümlesini söylerken grubun diğer bölümü yanıt verir. Sözler genellikle kişisel acılar, zor zamanlar, eziyet, yitirilen aşklar, zulüm ve sefaletle ilgilidir.

Blues ilk defa 1900 civarında ortaya çıktı. 1912'ye gelindiğinde Tin Pan Alley birçok blues şarkısı yayınlamıştı. İlk şarkılardan biri yetenekli siyah müzisyen W. C. Handy tarafından bestelenmiş olan "Memphis Blues" idi. Handy daha sonra popüler bir standart olan "St. Lois Blues"u yazdı.

1940'larda "jump blues" popüler oldu. Bu stil, cazvari ve yüksek tempolu bir tını yaratmış, saksafon ve gitar gibi daha önce blues'da kullanılmamış olan pek çok çalgıya yer vermişti. Trompet gibi diğer bakır çalgılar da kullanılmaya başlanmıştı. Louis Jordan

ve Big Joe Turner, daha sonra rock and roll üzerinde etkisi olacak jump blues şarkıları yayınladılar.

Louis Armstrong, Duke Ellington, B. B. King, Muddy Waters, Miles Davis ve hatta Bob Dylan hem blues'a hem jump blues'a önemli katkılarda bulundular ve elbette hem Elvis Presley hem Bill Haley, onların etkisi altında kaldı. Elvis'in bazı ilk şarkıları "rockabilly" olarak değerlendirilmiş olsa da pek çok müzisyen bunların aslında "country ritim vuruşlu blues" olduğunu söylemektedir. Aslında rock and roll'a zaman zaman "art vuruşlu blues" dendiği olmuştur.

Blues'un kuvvetli etkisi altındaki ilk rock and roll şarkılarından bazıları "Johhny B. Goode", "Blue Suede Shoes", "Whole Lotta Shakin' Goin' On" ve "Shake, Rattle and Roll" idi. Şaşırtıcı şekilde blues, şimdilerde klasik müzik olduğu düşünülen bir müziği bile etkilemişti. Orkestra lideri Paul Whiteman'ın 1924'te tanıttığı, George Gershwin'e ait olan ve klasik müziğin öğelerini caz ve blues ile birleştiren "Rhapsody in Blue" anında başarı kazanmıştı. Aslında bu başarı devam ederek eseri bugün pek çok konserde halen çalınan popüler bir standart haline getirmiştir.

12-ölçü blues, 1930'ların başlarında standart haline geldi. Bu kalıp, tipik olarak I - IV - I - V - IV - I sıralamasıyla üç set halindeki dört ölçüden meydana geliyordu. Kalıp Do majör tonunda şu şekildedir: Do Majör (4 ölçü), Fa Majör (2 ölçü), Do Majör (2 ölçü), Sol Majör (1 ölçü), Fa Majör (1 ölçü), Do Majör (2 ölçü). Genellikle son iki ölçü doğaçlama için bırakılırdı ki bu blues'un önemli bir kısmıydı.

Blues, ağırlıklı olarak mavi notalara –bemol almış üçlü, beşli ve yedili– dayanır ve "ezilmiş" süsleme notaları üçlemeler halinde yoğun biçimde kullanılır. Blues içinde farklı birçok ritim vardır. Aşağıdaki gibi boogie-woogie basları oldukça yaygındır:

## Boogie-Woogie

Boogie-woogie'deki baslar hem blues'da hem caz'da o denli önemlidir ki bunları ayrıntılı incelemek gerekir. Bu bas düzenleri genellikle piyano ile ilişkilidir ancak gitar gibi diğer çalgılarda da çalınabilmektedir.

Boogie-woogie, 1930'ların sonları ile 1940'ların başlarında popüler oldu. Kökleri 1900'lerin başlarında, güneyin kereste ve terebentin kamplarına ve kısmen de petrol akınına uğramış kasabalara dayanır. İlk zamanlarda pek çok farklı türü vardı ve 1920'lerin sonlarına kadar boogie-woogie olarak anılmadı. Hatta bazen "ölçüye sekiz" olarak anılıyordu çünkü genellikle 4/4'lük zamanda bir ölçüde sekiz nota olacak şekilde çalınıyordu.

İlk boogie-woogie hitlerinden biri Pinetop Smith tarafından bestelenmiş olan "Pinetop's Boogie-woogie" idi. İlk boogie-woogie fonograf kaydını yapan kişi olarak, 1923 yılında yaptığı kayıtla New Orleans'tan Clarence Williams gösterilir. Bu tarzın asıl yayılma ve sevilme dönemi 1920'ler oldu. George Thomas'ın 1923 yılında yaptığı "The Fives" kaydındaki sağ-el motifleri, kısa sürede boogie-woogie'nin damgası haline geldi. Bugün bile boogie-woogie çalan müzisyenler "The Fives"dan gelen bu sağ-el motiflerini kullanırlar. Sol elde "yürüyen oktavlar" olarak anılan ve kırık oktavlardan oluşan popüler motiflerden biri kullanılmıştı. Bunları takip eden boogie-woogie hitleri arasında "Honkie Tonk Train Blues", "Swanee River Blues" ve Joe Turner'dan "Roll 'em Pete" vardı. "Roll 'em Pete", 1937'de Carnegie Hall'da Big Joe Turner tarafından Pete Johnson'a methiye olarak çalınmıştır.

Aşağıda, boogie-woogie'nin popüler bas motiflerinden bazıları yer almaktadır:

## Caz

Caz hakkında yazan çoğu insan, onu tanımlamanın zor olduğunu söyler ve haklıdırlar. Cazın pek çok farklı özelliği ve biçimi vardır. Blues gibi caz da mavi notaları yoğun olarak kullanır. Ayrıca senkop, ritmik öncül, swing, üçlemeler, soru-cevap ve çok ritimlilik de kullanılır ama cazın en önemli özelliği kuvvetli ritim vuruşları veya ritmidir.

Cazın kökleri, güneyin kölelerinin halk müziğine uzanır. Caz, New Orleans'ın eski zamanlarında, özellikle cenaze törenlerinde sıklıkla duyulurdu. Cazın ilk biçimlerinden biri ragtime idi. 1900 civarında, eski bir kölenin oğlu olan ve klasik müzik eğitimi almış bulunan Scott Joplin, ilk ragtime hitlerinden bazılarını yazmıştı. En sevilen bestelerinden ikisi "The Maple Leaf Rag" ve "The Entertainer" bugün hâlâ revaçtadır ve konserlerde sık sık çalınır. Ragtime, Irving Berlin'in 1911'de yayınladığı "Alexander's Ragtime Band" ile Tin Pan Alley'e bile ulaştı.

Cazın başka bir popüler dalı Dixieland'di. 1900'ler civarında New Orleans'ta gelişti ve hemen New York ile Chicago'ya yayıldı.

Dixieland için kimi zaman ilk "gerçek" caz denir ve caz adıyla anılan ilk müzik türü olmuştur (1913 civarında). Çeşitli çalgılar kullanılırdı: Trompetler, klarnetler, gitarlar, piyano, bas ve davul. Dixieland genellikle küçük gruplar tarafından çalınırdı ve yaptıkları müziğin büyük kısmı doğaçlamaydı. Louis Armstrong'un orkestrası genellikle Dixieland ile tanınırdı.

Birçok büyük orkestra ve grup aslında caz orkestrası olarak isim yapmıştı. Duke Ellington'un orkestrası ilklerden biriydi ve ilk caz standartlarının pek çoğunu bizzat Ellington yazmıştı. Caz müziği büyük ölçüde doğaçlama icra edilmesine ve alaylı müzisyenler tarafından çalınmasına rağmen ilginçtir, Ellington kendi müzisyenlerinin mektepli olmasını şart koşardı. Çok başarılı ilk caz orkestralarından biri de Paul Whiteman'inkiydi. Daha önce de gördüğümüz gibi Whiteman, Gershwin'in "Rhapsody in Blue"sunu yaygınlaştırmıştı. Buna benzer başka pek çok caz standardı da ilk onun ellerinden duyulmuştur. Nihayetinde "Cazın Kralı" olarak nam saldı.

Fonografın icadı, müzik endüstrisinde devrime yol açtı ve caz hiç kuşkusuz bundan fayda gördü. Kayıtlar kısa sürede popüler oldu ve 1920'lerde radyo istasyonları diğer popüler müziklerin yanı sıra caz hitleri de çalmaya başladı. Hatta 1920'ler "Caz Çağı" olarak anılır oldu.

1930'larda caz, "swing"e yol verdi. Swing, uzun yıllar boyunca cazın türlerinden biri olmuş ve sıklıkla "swing caz" olarak anılmıştı. Caz hâlâ popülerdi ve orkestralar daha büyük hale gelirken birçoğu swing caza ağırlık verdi. Benny Goodman orkestrası buna bir örnekti ve elbette Duke Ellington ve Paul Whiteman orkestraları hâlâ müzik dünyasının merkezindeydi. Swing, dans edilebilir bir müzikti. Orta ila hızlı tempolardaki kuvvetli ritmiyle meşhurdu. Popüler olan diğer swing orkestraları arasında Count Basie, Artie Shaw, Gene Krupa ve Glenn Miller orkestraları yer alıyordu. Dönemin önemli müzisyenleri arasında piyanosuyla Teddy Wilson, vibrafonuyla Lionel Hampton, trompetiyle Dizzy Gillespie ve elbette büyük Louis Armstrong vardı.

1940'lar caza, bebop denilen başka bir çeşitleme getirdi. Bebop, swing'den oldukça farklıydı ve en önemli özelliği dans edilebilir bir müzik olmayışıydı ve pek çok kişi tarafından "müzisyen müziği" olarak anılırdı. Özelliği, oldukça farklı ritmiydi. İlk meşhur bebop'çılardan üçü Charlie Parker, Dizzy Gilespie ve Thelonius Monk idi.

1950'lerde geleneksel cazdan başka kopuşlar da yaşandı. Bunlardan üçü free caz, cool caz ve daha sonra caz fusion'dır.

Hepsinin kaynağı bebop'tı ve bunların yapısallığı cazın önceki haline göre daha azdı. Free caz'da oldukça gevşek bir armoni ve tempo vardı. Cool caz, bebop ile swing'in bir karşımıydı ve caz fusion, cazın rock müziğiyle harmanlanmasıydı.

1980'ler ve 1990'lar geleneksel cazın, Wynton Marsalis, Harry Connick Jr. ve diğerleri tarafından körüklenen diriliş dönemiydi. Marsalis, New Orleans'lı meşhur bir trompetçiydi. Connick, kökleri New Orleans'a dayanan bir piyanist ve şarkıcıydı.

Şimdi sorumuza dönelim: Cazı nasıl tanımlarız ve ona karakterini veren tam olarak nedir? Basit bir bakış açısıyla blues'dan pek

çok şey ödünç almış olan oldukça ritmik bir müziktir: Mavi notalar, senkop, ritmik öncül, üçlemeler vb. kullanır. Fakat fazlasıyla caza özgü şeylerden ikisi, doğaçlama ve süper akorlardır. Doğaçlama cazın ana unsurudur ve caz müziğinin büyük bölümü anında doğaçlamadır. Ayrıca vekil akorlar veya süper akorlar olmaksızın caz, caz olmazdı. Bunlar bazen müziğe hafifçe uyumsuz bir tını verse de tüm caz müzisyenleri tarafından sevilir.

## Country Müziği

Country müziği halen en sevilen müzik türlerinden biridir. Birleşik Devletler'de daha fazla dinleyicisi vardır ve country radyo istasyonları tüm ülkede pop dâhil diğer tüm müzik türlerinkinden fazladır. Kökleri, ilk folk ve gospel müziklerine ve zaman zaman "eski zaman" müziği olarak adlandırılan müziklere uzanır. İlk başlarda country müziğine bazen "hillbilly [dağlı] müziği" deniyordu ancak 1940'ların başlarına gelindiğinde adı "country müziği" olarak değiştirildi çünkü "hillbilly müziği" birçokları tarafından aşağılayıcı bir yafta olarak görüldü.

Country müziği büyük ölçüde iki kaynaktan etkilenmiştir. Bunlar, Jimmie Rodgers ve Carter ailesidir. Jimmie Rodgers, genellikle ilk country süper yıldızı olarak tanınır. Sıradan insanların sorunları hakkında şarkılar yazmıştır: Yitirilen sevgililer, kadınlar, içki, yaşam ve ölüm. Müzikal kariyerinin sadece altı yıl sürmesine karşın –36 yaşında tüberkülozdan öldü– etkisi muazzamdı. Yıldızlığa yükselişi yetenek avcısı Ralph Peer tarafından 'keşfedildiği" 1927'de başladı. Popüler şarkılarından ikisi "Blue Yodel' ve "I'm in the Jailhouse Now" idi.

Carter ailesi de Ralph Peer tarafından hemen hemen Jimmie Rodgers'ın keşfedildiği zamanlarda keşfedilmişti. Grup, A.P. Carter, karısı Sara ve baldızı Maybelle'den oluşuyordu.

A.P., grubun lideriydi, Sara solistti ve Maybelle gitar çalıyordu. A.P., grubun ilham kaynağıydı. Memleketi Mace Springs Virginia'nın dağlık kırsalında uzun yolculuklara çıkar, yöredeki insanlardan şarkılar derlerdi. Kendisi de pek çok şarkı yazmıştır. Sara ve Maybelle şarkıları aranje ediyorlardı. Sara'nın çok güzel bir se-

si ve Maybell'in de özgün bir gitar çalma stili vardı. Daha sonra gelen şarkıcıların çoğu Sara'dan etkilenmişlerdir. Bunlar arasında Patsy Cline, Kitty Wells, Loeretta Lynn, Dolly Parton ve June Carter Cash adını anabileceklerimizden sadece bir kaçıdır.

Jimmie Rodgers'ın müziği işçiler ve işçinin hayatıyla ilgili her şey hakkındaydı: Aşk, sıkıntılar, vesaire. Carter ailesinin müziği genellikle geleneksel folk müziğiydi. Bu iki gruptan sonra gelen country müziğinin büyük bölümünün stili ya birinin ya da diğerinin takipçisi olmuştur. Jimmie Rodgers ekolünün en meşhur şarkıcısı Hank Williams'tı. Aşk, kalp kırıklığı ve mutsuzluk hakkında yazmıştı ama bazı şarkıları –"Jambalaya" ve "Hey, Good Lookin' " gibi– gayet yüksek tempoluydu. En bilindik şarkılarından ikisi "Your Cheating Heart" ve "I Can't Help It (If I'm Still in Love with You)" idi. Müziği bugün halen yoğun şekilde duyulmaktadır. Kısa yaşamına karşın etkisi büyüktü; 29 yaşında ölmüştü.

Country müziğinin günümüzde pek çok stili vardır. Bunlardan bazıları şöyledir:

- Nashville tınısı
- western swingi
- geleneksel western (Roy Rogers, Gene Autry)
- Bakersfield tınısı
- honky tonk
- outlaw country
- bluegrass
- country rock
- rockabilly

Günümüzde country müziği içindeki en büyük tür, Nashville tınısıdır. 1960'lar civarında başlamış ve kısa sürede country müziğini ele geçirmiştir. Chet Atkins gibi yapımcılar onu, müzik piyasasındaki ticari olarak en başarılı müzik türlerinden biri haline getirmiştir. Yumuşak vokallere, yaylılara ve geri vokal şarkıcılarına yer verilmiştir. Bu türün önde gelen sanatçılarından bazıları arasında Jim Reeves, George Jones, Patsy Cline ve Tammy Wynette vardır. Aynı zamanlarda piyanist Floyd Cramer "kayma nota" piyano stilini geliştirmiş ve bu, kısa sürede Nashville müziğinde standart hale gelmiştir.

Nashville'de düzenlenen Grand Ole Opry etkinliği, Nashville tınısının popüler hale gelmesinde önemli bir rol oynamıştır. Hemen hemen tüm meşhur country şarkıcıları Grand Ole Opry'de sahne almışlardır. Bunlardan birkaçı Johnny Cash, Eddie Arnold, George Jones ve Kris Kristofferson'dı.

1970'lerin başlarında çok sayıda müzisyen Nashville'den koptu ve "outlaw" (kanun kaçağı) tınısını yarattı. Bunlar arasında Waylon Jennings, Willie Nelson ve Kris Kristofferson vardı ve 1980'lerde Buck Owens ve Dwight Yokum'un çıkardığı "Bakersfield" tınısını tanıdık.

Country müziğinin karakteristik özelliklerden bazıları nelerdir? Pek çok sol el veya ritim motifi vardır; çoğu gayet basittir. Tipik bir tanesi şöyledir:




Piyanoda sağ el genellikle daha önemli bir rol oynar. Kırık akorların yanı sıra "yukarı yürüyüşler" ve "aşağı yürüyüşler" yoğun biçimde kullanılır:



Özellikle önem taşıyan bir husus, Floyd Cramers'in çekici ve demiydi. Dem, bir ezgi notasının üzerine yerleştirilen bir notadır. Genellikle kök sesi veya kimi zaman beşlisidir. Bu dem notası, belli bir cümlede daima aynıdır.



Çekiç, bir "kayan notadır". Bu, ezilmiş bir süsleme notasına benzer ve aşağıdaki gibi yazılır:



Dem ve çekiç, ilk kullanıldıklarından bu yana country müziğinin damgası durumundadır.

Yukarıdaki örnekler, piyano veya klavye için verilmiştir ancak tabii ki country müziğinin ana çalgısı olan gitar için de geçerlidir.

## New Age

New Age müziği yukarıda değinilen türlerden bayağı farklıdır. Ritim, bu müziğin temel karakteristik yönlerinden biri değildir hatta bu müziğin büyük kısmında çok az ritim vardır veya ritim vurgulanmaz. Yine de New Age müziğinin büyük bir dinleyici kitlesi vardır. Büyük ölçüde asırlar öncesine uzanan bir müziği temel alıyor olsa da gayet yeni bir stildir.

"New Age" terimi müzikten daha fazlasına atıfta bulunur. Bu, aynı zamanda bir yaşam tarzıdır ve pek çok kitap ve müzik mağazası buna hizmet eder. Bu tür müziğin ana dinleyici kitlesi New Age inançlarına bağlı olan insanlardır fakat bu tüm dinleyici kitlesini kapsamaktan uzaktır. Bunu görmek için sadece bir George Winston veya bir Yanni konserine gitmelisiniz.

New Age müziği büyük ölçüde elektroniktir. Başka bir ifadeyle elektronik çalgılar üzerine kuruludur. Fakat başta akustik piyano olmak üzere diğer çalgılar da önemlidir hatta zaman zaman biraz tuhaf çalgılar ve sesler dahi kullanılır. Büyük oranda çalgısal bir müziktir. Genellikle bayağı ezgiseldir ancak dans edilebilir değildir ve bol miktarda tekrarlama içerir.

Bazı insanlar, New Age müziğine "doğa müziği" ya da bazen de "şelale müziği" demektedir. Aslına bakılırsa ara sıra gerçek doğa sesleri de kullanılır. Bu genellikle gevşeme ve meditasyonla ilişkilendirilir. Bu yüzden sakinleştirici ve basittir. Evren, uzay, doğa, çevre, esenlik ve dünya ile uyum içinde olma popüler temalar arasındadır.

George Winston, David Lanz, Yanni, Liz Story ve Jim Brickman meşhur sanatçılardan bazılarıdır. Winston'un "December" başlıklı CD'si milyonlarca kopya satmış, Yanni ise hem televizyon kariyerinde hem de konserlerinde muazzam bir başarı elde etmiştir. İlginç biçimde daha başarılı New Age sanatçılarının bazıları New Age etiketiyle bağdaştırılmak istememektedirler. Brickman kendi müziğini sıklıkla "modern yetişkin müziği" olarak adlandırırken, Lanz "modern çalgısal müzik" demektedir.

New Age müziğinin karakteristik özellikleri şunlardır:

- yavaş ila orta hızda tempolar
- çok tekrarlı ezgiler
- piyano ile çalındığında sol elde sık arpej kullanımı
- çoğunlukla diyatonik armoniler
- sık pentatonik dizi kullanımı
- sıkça yedili, dokuzlu ve on birli kullanımı
- zaman zaman doğadan seslerin kullanımı

Piyano üzerindeki tipik sol el motifleri şöyledir:



Bu motiflerin daha uzun tipleri de sık sık kullanılır. Son olarak, sağ elde aşağıdaki gibi salkım akorlar sıkça kullanılır:



## Pop

"Pop müzik", pek çok farklı müzik türünü tanımlayan genel bir terimdir. Dans edilebilir ritim vuruşları, basit ezgileri ve tekrarlı yapısı karakteristik özellikleridir. Rock and roll, rhythm and blues, hip hop ve pek çok başka müzik türündeki eserler sonunda "pop" listelerine giriverir. Pop müziğin temel özelliklerinden biri,

daha ziyade CD (öncelerinde plak) ve DVD satışlarının bir sonucu olarak oldukça ticari olmasıdır. Pop piyasası, CD ve DVD'lerin satışının asıl hedef kitlesi olan gençlerin kuvvetli etkisi altındadır.

Elbette pop müzik yıllar içinde kayda değer şekilde değişmiştir. 1940'larda ve 1950'lerdeki pop müzik Bing Crosby, Frank Sinatra, Dean Martin ve Peggy Lee gibi sanatçıların şarkılarından oluşuyordu. Müzik çoğunlukla daha yumuşaktı ve "ritim vuruşu" vurgulu değildi. Daha sonra 1950'lerde ve 1960'larda Elvis Presley, Rolling Stones ve Beatles geldi ve pop büyük ölçüde değişti. Rock and roll ile birlikte kuvvetli ritim vuruşu müziğin damgası haline geldi. Bu dönemde rock and roll sanatçısı olmayan pek çok başka meşhur sanatçı da vardı. Beach Boys, the Supremes, Neil Diamond, Burt Bacharach, Ray Charles ve Stevie Wonder bunların arasında sayılabilir.

Sonra 1970'lerde Billy Joel, Elton John, the Jackson Five, the Carpenters, Olivia Newton-John ve diğerleri geldi. Bu dönem, "disko" çağıydı. 1980'lerin en büyük hit'i Michael Jackson'ın "Thriller" adlı çalışmasıydı fakat bu sıralarda Madonna da dikkate değer bir popülerlik kazanmıştı. Son olarak 1990'larda Brandy, Selina, Celine Dion, Sheryl Crow, Eric Clapton ve Jewel; 2000'lerde de Britney Spears, Ricky Martin ve Jessica Simpson geldi.

## Rhythm and Blues

Rhythm and Blues (sıklıkla anıldığı şekliyle R&B) caz, gospel ve blues kombinasyonundan meydana gelir. 1940'larda başlayan bu müzik, kuvvetli art vuruş ile birlikte boogie tipi bası sıkça kullanan hareketli stilde bir müziktir. Caz gibi genellikle 12 ölçü üzerine kuruludur ve birçok açıdan rock and roll'un atasıydı. Caza ek olarak jump blues'dan ve gospel müziğinden kuvvetli biçimde etkilenmişti. İlk başlardaki R&B müzisyenleri aslında caz müzisyenleriydi.

Count Basie ve Lionel Hampton gibi ilk caz orkestralarından bazıları özünde R&B orkestralarıydı. İlk R&B hitleri Fats Domino tarafından bestelenmiş olan "Blueberry Hill" ve "Ain't That a

Shame" ile Jerry Lee Lewis tarafından bestelenmiş olan "Whole Lotta Shakin' Goin' On" idi (temelde R&B şarkısıydı fakat listelerde çeşitli kategorilerde hit oldu).

1960'larda R&B büyük ölçüde gospel eksenli hale gelmişti ve bu, zaman zaman "soul music" adıyla anılıyordu. James Brown, Ray Charles ve Sam Cooke bu türün temsilcilerindendi.

## Gospel

"Gospel" ilk Afro-Amerikan kiliselerinden çıkan müziği betimlemek için kullanılmıştır. Mahalia Jackson ve Sister Rosetta Tharpe ilk icracılardandır. Carter ailesi de pek çok gospel şarkısı kaydetmiştir. Gospel, temelde kilise müziği veya dinsel müziktir. Siyah gospel'i, güney gospel'i, Hıristiyan country gospel'i ve modern Hıristiyan müziğinin de dâhil olduğu birçok alt kolu bulunmaktadır. Günümüz modern Hıristiyan müziği, pop ve rock and roll'dan faydalanmaktadır. Sözler, Hz. İsa'ya methiyelerdir.

Gospel genellikle yavaş gospel ve hızlı gospel olarak ayrılmaktadır. "Amazing Grace", "Just a Closer Walk with Thee", "The Old Rugged Cross" ve "Rock of Ages" gibi eski standartlar genellikle yavaş gospel şarkıları olarak tanınır. Hızlı gospel genellikle çok daha hızlı çalınır ve rock ve R&B'den birçok öğeyi kullanır. Aşağıdaki gibi rock and roll'dakine benzer sol el motifleri yoğun biçimde kullanılır:

Sağ el de (piyanoda) çok ritmiktir.



## Raggae

Raggae 1960'ların sonunda Jamaika'dan doğmuştur. "Sap" denilen art vuruşlardaki düzenli kesmeler karakteristik yönünü oluşturur. Reggae'nin erken dönemdeki ve hızlı bir formuna *ska* denmekteydi. Reggae'de başlıca kullanılan çalgılar gitar, davul ve bas'tır; bazen klavye de kullanılmaktadır. Müzik genellikle 4/4'lük

zamanda çalınır ve armonik olarak gayet basittir. En önemli karakteristik yönü kuvvetli art vuruşlarıdır.

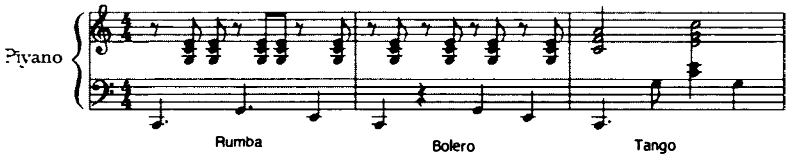
Basit bir reggae ritmi aşağıdaki gibidir:




## Latin Amerika ve Hawaii Müziği

Televizyondaki dans çılgınlığıyla beraber birçok insan rumba ve tango gibi Latin danslarıyla tanıştı. Latin Amerika müziği çok ritmik ve ayrıca çok dans edilebilir bir müziktir. Rumba ve tangoya ek olarak, tanınmış stillerden bazılar bolero ve kalipsodur. Bunlardan ilk üçünün ritimleri aşağıda gösterilmiştir.

Tangoda sol el tümüyle ritim vuruşlarıyla görevlidir. Genel olarak bir bas notasından ve kırık akorlardan oluşur.




"Hawaii müziği" terimi, Hawaii'den gelen ve hem folk müziğin hem modern rock'ın dâhil olduğu müzik çeşitleri için kullanılır. Hawaii folk müziğinin doğası, büyük oranda dini özelliktedir ve sıklıkla topluca şarkı söylemeyi içerir ama Hawaii dans müziği olan hula'yı da kapsar. Genellikle kalçalarını sallayan kızlar tarafından icra edilen hula, Hawaii dansları arasında en sevilenlerden biridir.

Yıllar içinde çok sayıda Hawaii şarkısı popüler hale geldi. "The Hawaiian Wedding Song", "Blue Hawaii", "Sweet Leilani", "My Little Grass Shack", "On the Beach at Waikiki", "Tiny Bubbles" ve "Beyond the Reef" bunlardan birkaçıdır. Bunların çoğu Hawaii gitarı ile eşlik edilen basit ezgileri ve ritimleriyle oldukça geleneksel Hawaii şarkılarıdır.

Gitar, Hawaii'ye ilk olarak Avrupalı denizciler ve misyonerler tarafından getirildi ve kısa sürede adanın ana çalgılarından biri haline geldi. Steel (çelik) gitarlar özellikle popülerdi; 1900 civarlarında Joseph Kebuku, akordu düşürülmüş bir gitarın telleri üzerinde bir çelik parçası kaydırmaya başladı. Bu, Hawaii gitarının başlangıcıydı. Ana Hawaii gitar stili, "gevşek-ton" (slack-key) olarak adlandırılan bir parmakla çalım stilidir; adı tellerin gayet gevşek oluşundan gelmektedir.

Kaydedilmiş Hawaii müziği, 1915 kadar eski zamanlarda Amerika'da dinleyici bulmuştur ve 1930 ile 1960 arasındaki dönem "Hawaii müziğinin Altın Çağı" olarak anılır. Amerika'daki büyük grupların ve orkestraların hepsi bu müziği icra ediyordu. Hawaii'deki en popüler şarkıcılardan biri, "Tiny Bubbles" adlı çok başarılı hit şarkısıyla Don Ho idi.

## Klasik Müzik

Klasik müzik en az öneme sahip olduğu düşüncesiyle sona bırakılmadı. Aksine son derece önemlidir ve tüm müzik türleri klasik müziğe bir şeyler borçludur. Yukarıda değindiğim müzik türlerinin birçoğundan daha az dinleyicisi vardır ancak yine de bu kitle kayda değer ölçüde büyüktür.

Klasik müzik, ortaçağın başlangıcından 1900'lerin başlarına kadarki müziğin büyük bölümünü kapsar. 1550 civarından 1900'e kadar en canlı dönemini yaşamıştır. Bugün çoğu insan klasik müziğe genellikle güzel sanatlar ve kültür ile ilişkili olmasından dolayı bir ince zevk müziği olarak baksa da klasik müzik kendi zamanının "popüler müziğiydi." Klasik müzik daima yazılı olması bakımından modern müziğin büyük bölümünden ayrılır ancak ilk piyanistlerinin pek çoğu mükemmel doğaçlayıcılardı. Fakat günümüzde doğaçlamaya zaman harcayan sadece birkaç klasik piyanist vardır. Klasik müzik, stil bakımından kuralcıdır ve çoğu zaman teknik olarak diğer müzik türlerinin birçoğundan çok daha zordur.

Tablo 11. Klasik müzikte dönemler

| Dönem | Yaklaşık Tarihleri | Özellikleri | Temsil eden besteci |
|---|---|---|---|
| Ortaçağ | 1450 öncesi | | |
| Rönesans | 1450-1600 | Çalgıların artan kullanımı; bas çalgıların ilk kez kullanılması | |
| Barok | 1600 - 1750 | Detaylı süslemelerin kullanılması ve çalgısal yeni teknikler. Klavsen hâlâ kullanımda fakat piyano onun yerini almaya başladı | Vivaldi, J. S. Bach, Scarlatti, Händel |
| Klasik | 1750 - 1820 | Eşlikli basit ezgiler daha ağırlıklı; iyi tanımlanmış kompozisyon biçimleri (örneğin sonatlar) | C.P.E. Bach, Haydn, Mozart |
| Romantik | 1820 - 1900 | Ezgi ve ritme yönelik artan dikkat | Beethoven, Paganini, Schubert, Chopin, R. Schumann, Liszt, R. Wagner, Brahms, Çaykovski, Grieg, Rahmaninof, Debussy |
| Modern | 1900 - 2000 | Yeni seslerle deneyler | Prokofiev, Copland, Stravinsky, Sibelius, Schoenberg, Bernstein |

Bu müziğin tarihi boyunca şu an kullanıldığı gibi "klasik müzik" terimi kullanılmamaktaydı. Bu, ilk defa on dokuzuncu yüzyılın başlarında kullanıma girmiştir. Klasik müziğin tarihi aslında Tablo 11'de özetlenmiş olan pek çok kronolojik döneme bölünmüştür. Klasik müzik birçok önemli müzik formu ile ilişkilidir. En önemlilerinden biri, piyano veya piyano ve keman gibi bir veya daha çok çalgı için yazılan çok bölümlü *sonat* formudur.

Küçük yaylı gruplar hatta orkestralar için yazılmış pek çok sonat da mevcuttur. İlk bölümün hızlı, ikinci bölümün yavaş, üçüncü bölümün bir minuet (bir dans) ve son bölümün daha hızlı olduğu dört bölüm, standart bölüm sayısıdır. Başka bir önemli müzik formu da piyano ve orkestra (ve başka çalgılar ve orkestra) için *konçertodur*. Bu form da birçok bölümden meydana gelir. Buna ek olarak, senfoni orkestraları için çok sayıda senfoni vardır ve klasik dönemin ünlü bestecilerinin hepsi opera yazmıştır. Elbette daha kısa olan başka türde parçalar da vardır: Noktürnler, baladlar, prelüdler, etütler ve empromptüler.

Barok dönemi, detaylı müzikal süsleme, yeni çalgısal çalım tekniklerinin geliştirilmesi ve müzik notasyonundaki değişikliklerle ünlüdür. Müziğin gerçek yaşamdaki duyguları temsil etmesi fikri, bu dönemde ortaya atılmıştır ve bu fikir, müziğin dinleyiciyi duygusal olarak *etkileyeceği* şekilde tasarlanmasına yol açmıştır. Operanın bir müzik türü olarak kuruluşu da bu dönemde olmuştur. Tahmin edebileceğiniz gibi, operanın ilk yıllarında (ve de barok çağında) İtalyanlar baskındı. Antonio Vivaldi ve Domenico Scarlatti, her ikisi de İtalyan'dı. Fakat daha sonra barok dönemi Almanların etkisi altına girdi. En büyük bestecilerden ikisi J.S. Bach ve George Frideric Händel, Almandı. Händel en çok *Mesih* oratoryosuyla ünlenmişti.

Barok çağını takiben klasik dönem geldi. Bu dönemin en ünlü müzisyeni Mozart'tı. Bir insanın bu kadar kısa bir zaman içinde bu kadar iş yapabilmiş olmasına inanmak güçtür (35 yaşında ölmüştü). Dahi çocuk, beş yaşında şarkılar besteliyordu ve daha ergenliğe erişmeden tüm Avrupa'da keman ve klavye (genellikle

klavsen; piyano henüz hiçbir şekilde evrensel bir klavyeli çalgı değildi) çalarak konserler vermişti. Sonatları halen en sevilen parçalar arasındadır. Ayrıca sayısız senfoni, konçerto, opera ve kuartet yazmıştır. *Don Giovanni, Figaro'nun Düğünü ve Sihirli Flüt* ünlü operalarından bazılarıdır. Mozart'ın müziği günümüz konserlerinde halen yoğun olarak çalınır.

Bu dönemin ilk büyüklerinden olan diğer bir besteci de dokuz senfoni, beş piyano konçertosu, oda orkestrası için sayısız eser ve 32 piyano sonatı ve diğer piyano eserlerinin yanı sıra başka çalgılar için piyano eşlikli eserler bestelemiş olan Beethoven'dır. Üçüncü Senfonisi "Eroica"da bir besteci olarak yaratıcılığı açıkça gözler önündedir.

Bu eser, Dokuzuncu Senfoni'yle birlikte modern dinleyicilerin halen gözdeleri arasındadır. Sağır olduktan sonra bile yedi senfoni, üç piyano konçertosu, birçok piyano sonatı, bir opera ve daha başka eserler bestelemiş olması hayranlık uyandırıcıdır. Harika "Ay Işığı Sonatı" ve "Appassionata Sonatı" onun sonatları arasındadır. Pek çok açıdan müziği değiştirmiştir. Sonatı, senfoniyi ve konçertoyu "görkemli" formlara dönüştürmüştür.

Romantik dönemde, Chopin de çoğu piyano için olan büyük miktarda müzik bestelemiştir. Sekiz yaşındayken yeni Mozart olarak selamlanmıştı fakat 18'ine geldiğinde sürmenajdan muzdarip oldu ve bundan sonra 39 yaşındaki ölümüne dek sürekli sağlık sorunlarıyla boğuştu. La bemol Polonez "Askeri Polonez", "Fantazi Empromtü" ve Mi bemol Noktürnü en tanınan piyano parçalarıdır.

Bu dönemin diğer bir bestecisi de çarpıcı ve esaslı "şovmenliğiyle" Chopin ile keskin bir kontrast oluşturan Franz Liszt'di: O, kendi zamanının "piyanisti" ve tüm zamanların en büyük virtüözlerinden biriydi ve müzik üzerinde büyük bir etkisi oldu. Liszt, üretken bir besteciydi fakat onun müziğinin büyük bölümü, zamanının müzisyenleri için aşırı zordu. Örneğin, Macar Rapsodileri genel olarak "gösteriş" eserleri olarak görülüyordu ve o kadar zordu ki Liszt haricinde hemen hemen hiç kimse bunları çalamıyordu.

Ayrıca birçok güzel etüt de yazdı. En tanınmış eseri belki de "Liebestraume" adlı inanılmaz noktürnleridir.

Romantik dönem, yirminci yüzyılın başında sona erdi ve bunu radikal biçimde farklı türdeki müziklerin ortaya çıktığı modern dönem izledi. Besteciler, düzensiz ritimleri, yeni dizileri, atonalliği (belli bir tonun olmayışı) ve izlenimciliği barındıran yeni deneylere giriştiler. Bu, zamanın dokusuna zıt giden tınılara yol açtı ve pek çok insana dinlemesi zor geldi. Ancak giderek kabul gördü. Bu dönemin, Debussy (Romantik ve Modern dönemleri kapsayan) ve Richard Strauss gibi ilk bestecileri, sonra gelen Stravinsky ve Prokofiev kadar radikal değildiler.

Klasik müziğin en önemli özelliklerinden biri dayanıklılığıdır. Bugün hâlâ çalınan klasik eserler yüzlerce yıllıktır. Müzisyenlerin çoğu ilk yıllarında klasik müzik eğitimi alır sonra başka müzik türlerine devam edebilirler fakat yaşamlarının erken döneminde alınan klasik müzik eğitiminin tüm ciddi müzisyenler için gerekli olduğu kabul edilmektedir.

# 3

# Çalgılar

# Piyano Neden Klavsen Değildir?

Rubinstein, sonatını bitirirken ellerini indirdi. Seyircide bir alkış tufanı koptu. Taburesinden kalkıp reverans ederek seyirciyi selamlarken alkış daha da arttı ve bazı seyircilerden tezahüratlar yükseldi. Tekrar eğildi ve sahneden çıkmaya yöneldi. Perdenin arkasında gözden kaybolurken alkışlar ve tezahüratlar daha da yükseldi. Alkışlar birkaç saniye daha devam etti ve Rubenstein yeniden belirerek piyanoya doğru çabuk adımlarla yürüdü. Tekrar piyanonun başına otururken salon sessizleşti; sonrasında Chopin polonezin ilk ölçülerini çalmaya başladı ve tüm kalabalıktan memnuniyet gürleyişleri yükseldi.

Rubinstein'ı ve Van Cliburn ile José Iturbi gibi diğer klasik piyano sanatçılarının yanı sıra Peter Nero, Liberace ve Roger Williams gibi popüler piyanistleri dinleme zevkine erişmiştim. Hatta Roger Williams yıllarca ders verdiğim üniversiteden diploma almıştı. Williams hakkında bir şeyler bilen herkes, onun, Juilliard'da eğitim gördüğünü bilir ama Idaho State Üniversitesi diplomasına sahip olduğunu bilenler azdır. İlginç bir şekilde Drake Üniversitesi'nde de müzik eğitimi görmüş ama prova odasında "Smoke Gets in Your Eyes"ı çaldığı için okuldan atılmıştı.

Piyano gerçekten muhteşem bir çalgıdır: İstediğiniz piyaniste sorun. Kabul etmeliyim ki piyanonun gerçekten nasıl çalıştığını bilmeksizin yıllarca piyano çaldım. Çekiçlerin tellere vuruşunu görmek kolaydır fakat bu tellerden gelen ses hayret verici biçimde gürdür ve ben, bunun niçin böyle olduğundan emin olamamıştım. Sonunda sesin çoğunun tellerden gelmediğini keşfettim. Ses büyük bir ses tablasından geliyordu. Müzikal bir sesi duymak için titreşen büyük miktarda havaya ihtiyacınız vardır ve sadece çelik bir tel, bunu yapamaz. Ne var ki bu çelik tel, bir ses tablasına takıldığında sesi, onu yükselten ses tablasına aktarır. Özetle ses tablası, büyük miktarda hava titreşimi oluşturur ve kulak zarlarınıza vuran bu hava titreşimidir.

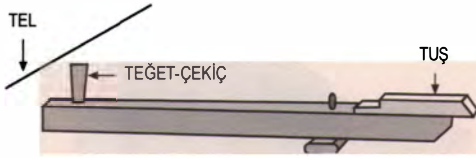
Piyanonun çok popüler olmasının ana nedenlerinden biri, hem ezgiyi hem armoniyi çalabileceğiniz az sayıdaki çalgıdan biri olmasıdır. Bu bakımdan bir orkestra gibidir.

## İlk Zamanlar

Bir piyanonun içine bakarsanız, gayet karmaşık bir çalgı olduğunu görürsünüz. Yüzlerce telle birlikte binlerce hareketli parçası vardır. İlk piyanolarda tüm bu parçalar yoktu. Aslında piyano uzun yıllar boyunca evrim geçirmiştir. Kökeni yüzlerce yıl öncesindeki çok daha basit telli çalgılara dayanır. Bu ilk çalgılardan ikisi lir ve santurdur. Lir o kadar eskidir ki İncil'de bile bahsi geçer. Bir çerçeveye veya ortası oyulmuş bir sukabağına gerilmiş b rçok telden meydana gelmekteydi ve *Şekil 66*'da görüleb leceği gibi telleri parmakla çekilerek çalınırdı. On ikinci yüzyıla dayanan santur ise lire benziyordu fakat tellerine ufak tahta çekiçlerle vurularak çalınırdı.



**Şekil 66.** Lir çalan bir kız.




**Şekil 67.** Klavikordun tele vurma mekanizması.

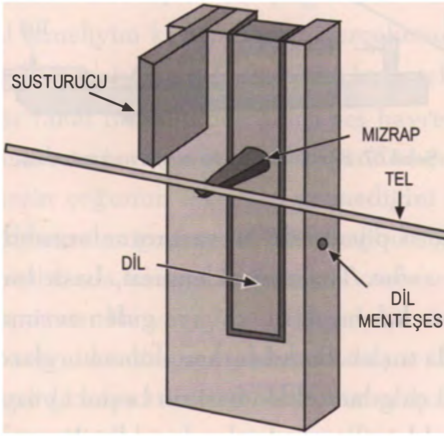
Elbette modern piyano ile lir ve santur arasında, teller dışındaki benzerlik azdır. Tuşların eklenmesi, basit bir telli çalgıdan bugün bildiğimiz karmaşık bir çalgıya giden evrimdeki ilk önemli adımdır. Aslında tuşlar ilk defa erken dönem orglarda kullanılmıştı. Tuşların telli çalgılara eklenmesi on beşinci yüzyılda olmuştur. Tuşların kullanıldığı ilk çalgılardan biri klavikorttur (clavichord). Bu, bir tel üzerinde titreşimsel ilişkilerin etüt edildiği Pisagor'un tektelinden geliştirilmiştir.

Klavikordun bir köprü veya bir "teğet-çekiç"in tellere doğru itilmesiyle titreştirilen yaklaşık yirmi teli vardı *(Şekil. 67)*. Bir tele birçok noktadan vurulabilir, böylece tek bir tel içinden pek çok farklı titreşim oluşturulabilirdi. Telin kısa kısmında titreşimi engellemek için bir susturucu kullanılırdı. En az iki açıdan piyano gibiydi: Telleri metaldi ve bir ses tablası vardı (çerçeveye takılı olmayan).

Klavikort uzun yıllar boyunca, o zamanki evlerde bulunan gözde bir aile çalgısıydı fakat çalgıda ciddi bir sorun vardı. Tuşlara ne kadar sert bastığınıza bağlı olarak gürlüğü az miktarda değiştirebiliyordunuz ancak tellerin çıkardığı ses yeterince gür değildi ve bu yüzden klavikortlar halka yönelik icralar için uygun değildi.

## Klavsen

Sesi biraz daha gürleştirmenin yollarından biri, teli lirdeki gibi çekmekti. Bu tip çalgılara ilk olarak 1400 civarında rastlanır. Bu çalgılarda tuş, kaldıraç denen tahta bir çubuğa bağlıydı. Kaldıraç içine yerleştirilmiş bir dil üzerine tele dik açıyla duran bir pena veya mızrap takılmıştı *(Şekil 68)*. Tuşa bastığınızda kaldıraç kalkar ve mızrap tele vurarak tekrar aşağı inerdi. Dâhiyane bir mente-




**Şekil 68.** Klavsende telleri çekme mekanizması.

şe sayesinde aşağı inen dil, arkaya doğru yatırılarak aşağı hareket eden mızrabın tele vurmaması sağlanırdı.

Bu düzenek ilk kez virginal denilen çalgılarda kullanıldı. Bunlar her nota başına bir telin klavyeye paralel biçimde sıralandığı küçük ve dörtgen biçimli çalgılardı. Bu sıralarda spinet denen bir çalgı ortaya çıktı. Bu da virginal benzeri bir çalgıydı ama telleri klavyeye açılı olacak şekilde yerleştirilmişti. Bu çalgıdaki teller çiftler halinde düzenlenmişti ve çiftler arasındaki boşluklarda kaldıraçlar vardı. Virginal ve spinet çalgıları bizim şu an klavsen (harpsikort) olarak andığımız çalgının ilk biçimleriydi fakat bugün klavsenlerden söz ettiğimizde genellikle kuyruklu piyano gibi daha gelişmiş modelleri kast ediyoruz.

Mucitler ilk klavsenleri geliştirme çabası içindeyken tellerin boyu uzatılarak daha fazla gerilim yüklendi ve ses tablası büyüdü. Sonunda teller çok uzun hale geldiği için klavyeye dik yerleştirildi. Bu da çalgının şeklinin değişmesine neden oldu. Tiz teller, bas tellerinden daha kısaydı ve kasa, kuyruklu piyanodaki gibi bir kanat şeklini alacak biçimde tellerin uzunluğunu izlemeye başladı *(Şekil 69)*. Telleri susturmak için ayak pedalları da eklendi.



**Şekil 69.** İlk klavsenlerden biri.

İlk klavsenler İtalya'da yapılmıştı. Bunların iskeleti hafif ve tel gerilimleri daha azdı. Bunun sonucunda tonları çok yumuşaktı. Fakat 1580 civarında Flanders'li Hans Ruckers çok daha sağlam çalgılar yapmaya başladı. Daha uzun teller kullandı ve bunlara daha büyük gerilimler yükledi; kasaları daha ağır yaptı ve ladin bir ses tablası kullandı. Onun yaptığı klavsenler uzun yıllar standartları belirledi fakat sonra klavsenler Fransa, Almanya ve İngiltere'de de yapılmaya başlandı. Fransızlar daha fazla tuş ekledi (toplamda beş oktav civarı) ve Fransız çalgılarda çekilen tuş kombinasyonunu değiştirmek mümkündü. Buna ek olarak hem Almanlar hem İngilizler klavsenin tasarımını ilerlettiler.

Klavsen uzun yıllar boyunca son derece popüler bir çalgıydı fakat piyano icat edildikten sonra giderek gözden düştü. Son zamanlarda bu çalgıya bir geri dönüş yaşanması ilginçtir. Klavsenin bu yeniden doğuşunda önemli rolü olanlardan biri Polonyalı Wanda Landowska'dır. Genel olarak en büyük modern klavsenci ola-

rak tanınmaktadır. Hatta birçok klavsen yapımcısı sadece ona özel klavsenler yapmıştır. Özellikle Bach'tan zevk alan Landowska bir defasında başka bir konser sanatçısına "Sen Bach'ı kendi tarzında çalıyorsun bense *onun* tarzında çalacağım" demiştir. Elbette Bach klavye için yapmış olduğu müziğin çoğunu klavsen üzerinde bestelemiştir fakat bunlar günümüzde çoğunlukla piyanoyla çalınır. Landowska, insanların bu müziği Bach'ın, onu bestelediği zamandakine benzer tınısıyla duymalarını istemiş ve gerçekten de çok başarılı bir konser ve stüdyo kariyerine sahip olmuştur.

Daha yakın zamanlarda klavsen, birçok popüler sanatçının kayıt seanslarında kullanıldı. Hem Beatles hem Beach Boys kimi kayıtlarının arka planında klavsen kullanmıştır. Jimi Hendrix de bu gruba dâhildir. Linda Ronstadt ise "Long, Long Time" adlı şarkısıyla klavsen kullananlardan biri olmuştur. Klavsen ara sıra televizyonda da karşımıza çıkar. *Lawrence Welk Show*'da sıkça kullanılırdı ve programın tekrar yayınlanan bölümlerinde bunu görebilirsiniz. Ayrıca 1970'lerin *The Partridge Family* adlı TV gösterisinde de arka planda kullanılmıştır. Tori Amos bir sürprize imza atarak *Saturday Night Live*'de klavsen kullanmıştır. Çok yakınlarda ise Paula Abdul "Blowing Kisses in the Wind" adlı hit şarkısının kaydında bu aleti kullandı.

Klavsen modern zamandaki dirilişiyle birlikte halen üretilmektedir. Massachusetts Framingham'dan Hubbard Harpsichord tarafından Klavsen günümüzde halen üretilmektedir (çoğunlukla setler halinde). Bunların bugünlerde –çok sayıda piyanoya kıyasla– çok az olmasının sebebi elbette bunlarda dinamiklerin olmayışıdır. Sesi değiştiremezsiniz.

## Piyanoforte veya Piyano

Klavsen daha iyi dinamikler verecek şekilde nasıl geliştirilebilirdi? Telleri uzatıp bunları daha fazla gerebilirdiniz. Elbette bu yapıldı ve faydası da oldu ama ne yazık ki iş, çekilerek çalınan tellere geldiğinde bazı sınırlar vardır. Görüleceği üzere dinamikleri iyileştirmek konusundaki çözüm için tümüyle farklı bir yaklaşım

kullanıldı. Klavsen, tellerin parmakla çekildiği liri temel alıyordu. Fakat bir klavyeli çalgının hareketi için başka bir model daha vardı: Tellerine çekiçle vurulan santur. Ancak sorun, tellere daha sert vurulması ve çekicin çabucak yoldan çekilmesi gerekliliğiydi. Örneğin, orta Do için çekicin 0,0038 saniyede geri sıçraması gerekiyordu.

Bu sorunu çözmek için uğraşan ilk kişi İtalya'nın Padova şehrinde yaşayan Bartolomeo Cristofori (bazen Christofori olarak da yazılır) olmuştu. 1655 yılında doğan Cristofori, hem müzisyen hem de mucitti. 33 yaşına geldiğinde çalışmalarıyla Floransalı Prens Ferdinando de Medici'nin (Michelangelo'yu destekleyen de bu aileydi) dikkatini çekti. Ferdinando çok sayıda değerli çalgıya sahip bir müzik aşığıydı ve bu çalgıların bakımını yapacak birine ihtiyacı vardı. Ayrıca klavsen ile doğaçlama yapmaya meraklıydı ve onu hâlihazırda bir mucit olarak ünlenmiş Cristofori'ye çeken şey hiç kuşkusuz buydu. Cristofori başlarda Padua'dan ayrılma konusunda gönülsüzdü ama Ferdinando ona, geri çeviremeyeceği bir teklifte bulundu. Kendi evi, atölyesi birçok yardımcısı ve iyi bir maaşı olacaktı.

Cristofori, sonunda 1700 civarında ileride piyano olacak şey üzerinde çalışmaya başladı ama 1709'a kadar onu halka tanıtmadı. Henüz gayet ham bir çalgıydı ve tellere vurması için çekiçler kullanıyor olsa da çekiçlerin hızı azdı ve bu yüzden çekiçler, titreşen tellerin yolundan yeteri kadar çabuk çekilmiyordu. Cristofori yeni çalgısı üzerinde çalışmaya devam etti ve 1720'ye gelindiğinde çekiçleri hızlandırmanın dâhiyane bir yolunu buldu. Çekiçleri daha öncekine göre üç kat hızlandıran küçük bir "mancınık" kullandı. Ayrıca daha ağır teller kullanarak bunlara daha büyük bir gerilim uyguladı. Buna ek olarak çekiçler şimdi, tek tel yerine çift tele vuruyordu. Çekiç başları hafif olması için sıkıştırılmış kâğıttan yapılmış ve deriyle kaplanmıştı, son olarak bükülmesini önlemek için ses tablası bir iskeletle desteklenmişti.

Cristofori bu yeni çalgısını "hafif-gür" anlamına gelen pianoforte adını verdi. Bu adı seçmişti çünkü pianoforte, klavsenden farklı

olarak hem hafif hem de gür sesle çalınabiliyordu. Dinamik çeşitlilikteki bu avantaj ile pianofortenin klavseni hızla gölgede bıraktığını düşünebilirsiniz ama öyle olmadı. Klavsenler de bu süreçte geliştirilmişti ve ilk piyanolar klavsenlerden ancak biraz daha gürdü. Aslında piyanolar, klavsen gibi tınlıyordu.

Bach ilk piyanolardan hoşlanmadı (Bundan sonra pianoforteye piyano diyeceğim). Onları hantal buluyor ve çalınmasının zor olduğunu düşünüyordu. Fakat Cristofori ve diğerleri çalgının mekanizması ve diğer parçaları üzerinde çalışmaya devam ettiler. Gürlüğü artırmak için daha ağır teller kullanıldı; tellere daha fazla gerilimin uygulanabileceği daha ağır kasalar geliştirildi ve çekiçler ve tuşlarla ilgili mekanizma iyileştirildi. Zamanla piyano giderek çalması daha kolay bir çalgı haline geldi ve daha popüler oldu.

İlk piyanolarla ilgili önemli sorunlardan biri, bunların çok pahalı olmasıydı. Sadece zengin olanlar satın alabiliyordu. Ama zaman geçtikçe fiyatları düştü ve giderek daha çok müzisyen dinamiklerinden memnun bir şekilde bunlara döndü. Bach, sonunda bir tane satın aldı ve ilk eserlerinin çoğu klavsen için bestelenmiş olmasına rağmen Wolfgang Mozart da kısa zamanda piyanoya döndü. Çocukken klavsen çalmıştı fakat 1778 yılında (21 yaşındayken) çıktığı Paris seyahatinde piyanoyla karşılaştı ve ondan sonra geri dönüş yoktu. Piyanoyu çaldığı o zamandan sonra tüm müziklerini piyano üzerinde besteledi. Hatta anlatıldığına göre, piyanonun mekanizmasından o denli etkilenmiş ki bunu geliştirmek için deneyler bile yapmış.

Piyano, Beethoven'ın zamanına dek iyiden iyiye geliştirilmişti. Önceleri Viyana piyanoları kullanmıştı ama onlardan hiç memnun değildi (klavyeleri sadece beş oktavdı). Piyano yapımcılarını daha kuvvetli ve tınlayan piyanolar yapmaları için zorladı ve Londralı John Broadbent ona, Viyana piyanolarından daha kuvvetli altı oktavlık bir kuyruklu piyano yolladığında kendinden geçti. Bu piyano yıllar boyu onun neşe ve gurur kaynağı oldu ama diğer piyanolarında olduğu gibi buna da hiç özen göstermedi. Onu ömrünün sonlarında ziyaret eden biri, piyanonun bazı tellerinin kopuk ve dökülmüş içkiler nedeniyle leke içinde olduğunu anlatmıştı.

Sonra Chopin ve Liszt geldi. Kimse Chopin'in piyanolara sert davrandığını söyleyemez. Onun çalışı o kadar narindi ki kimileri onun çok hafif çaldığından şikâyet ederdi. Zamanının en büyük piyanistlerinden biri olmasına karşın en gösterişsizlerinden biriydi. Kuşkusuz bunun sebeplerinden biri, ömrünün son yıllarını hastalıkla geçirmesiydi. Paris'teyken iki piyanosu vardı: Bir Viennese Pleyel ve öğrencilerine eşlik etmekte kullandığı küçük bir yazlık piyanosu. Hafif tuşesi olan piyanoları tercih ettiği söylenir.

Liszt pek çok açıdan Chopin'in zıddıdır. O, ellerini piyanodan kaldırıp tuşlara sertçe çarparak indiren gösterişli bir icracıydı. O yüzden piyanolara sert davrandığını tahmin edebiliyorsunuzdur. Chopin de böyle düşünüyordu. "Çalarken o denli duygusallaşırdı ki bazı piyanolarını kırmıştı" demişti Chopin, ondan söz ederken.

Alman asıllı Amerikalı piyano yapımcısı Heinrich Steinway 1800'lerin ortalarında ilk dökme demir iskeleti ortaya çıkarana kadar piyano özünde aynı kaldı. Bu iskelet, çok daha fazla gerilime dayanabiliyordu ve piyanonun tasarımında ona emsaliz bir güç ve parlaklık veren bir devrime yol açtı. Steinway, Amerika'ya eşi ve üç oğluyla birlikte 1851 yılında gelmişti. Birkaç yıl içinde New York City'de piyano üretmeye başladılar. Kısa sürede siparişlere boğuldular ve işleri büyüdü. Steinway piyanosu kısa sürede bir standart haline geldi. *Şekil 70*'te pek çok şirket tarafından üretilen günümüzün tanıdık kuyruklu piyanosu görülmektedir.

## Piyanonun İç İşleyişi

Piyanonun en önemli parçalarından biri telleridir. Bir tele vurulduğunda tel şu formülle hesaplanan bir frekansta titreşir:

$f = 1/2L\sqrt{(T/\rho)}$,

burada:

L = telin uzunluğu,

T = telin gerginliği,

$\rho$ = telin yoğunluğudur.

Yoğunluğu 0,0059 (çeliğin yoğunluğu) kabul ederek bir telin gerginliğini bu formülü kullanarak kolayca hesaplayabiliriz. Bu-



**Şekil 70.** Bir kuyruklu piyano.

nu frekansı 262 Hz ve uzunluğu 0,82 m olan orta Do için yapalım. Bulacağımız değer 1,051,7 newton olacaktır. Newton'u pound'a çevirerek (1 N = 0,225 lbs) 236,6 lbs buluruz ki bu da gayet büyük bir kuvvettir. Daha sonra piyano üzerinde yaklaşık 226 ayrı tel olduğunu göreceğiz (bu sayı piyanodan piyanoya göre biraz değişir). Her biri üzerindeki kuvvet hafifçe farklılık gösterir fakat kolaylık olması için biz bunu 230 lbs olarak alacağız; böylece bunları tutan iskelet üzerindeki toplam kuvvet 51.980 lbs olur. Yani çok büyük bir kuvvet. Bu sadece yaklaşık bir değerdir ama telleri tutan iskelet üzerinde çok büyük bir gerilim olduğunu ve iskeletlerin neden dökme demirden yapıldığını da göstermektedir.

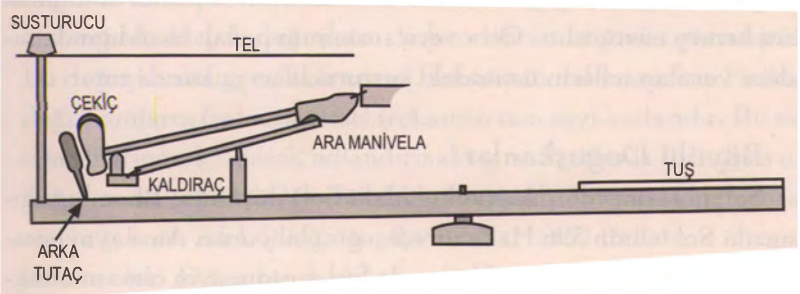
Formüle bakarak aynı frekanstaki daha uzun tellerin geriliminin daha büyük olması gerektiğini görürüz. Fakat formül bize, gerilimi azalttığımız takdirde telleri kısaltabileceğimizi de göstermektedir. Bu neden yapılmamaktadır? Görüleceği üzere uzun teller ve yüksek gerilim için bazı sebepler vardır. Bunların ilki, telin çok fazla bel vermemesidir. Böyle olduğu takdirde metal tel için-

deki sabitleyici kuvvetler, titreşimlere karışmaya başlar. Bu yüzden daha uzun teller daha az bel verdiği için daha iyidir. İkincisi, telin kinetik enerjisinin mümkün olduğunca yüksek olmasını isteriz çünkü bu, sesin gürlüğü ile ilgilidir. Kinetik enerjinin formülü şöyle verilmektedir:

$$E = \frac{1}{2} mv^2,$$

Burada m kütle, v hızdır. Belli bir kalınlıktaki bir telin hem kütlesi hem hızı uzunluğuna bağlıdır. Bunun kütleyle ilişkisini görmek kolaydır (daha uzun tel daha ağırdır) ama hız için telin geometrisine bakmamız gerekir. Bir telin sertliğinin, kısa olanın titreşimini uzun telin titreşimini etkilediğinden daha fazla etkilediğini biliyoruz. Bu, uzunluk arttıkça hızın ve kinetik enerjinin artacağı anlamına gelir. Yani karşılığında daha büyük gürlük demektir. O yüzden teli mümkün olduğunca uzun yapmak çıkarımızadır.

Şimdi çekicin tellere nasıl vurduğuna daha yakından bakalım. Modern bir piyanoda, birçok parçadan meydana gelen mekanizma oldukça karmaşıktır. O yüzden Cristofori'nin orijinal tasarımını dikkate alarak bunu basitleştireceğiz. *Şekil 71*'deki şemada, bir tuşa bastığınızda kaldıracın ara manivela denen bir şeye vurduğunu görmekteyiz. Bu manivelanın ucu, çekicin sapına vurur ve çekici telin altına doğru mancınık gibi fırlatır. Aynı anda telin üzerindeki susturucu telin serbestçe salınmasını sağlayacak şekilde kalkar. Çekiç geri düştüğünde sekip tekrar tele vurmaması için bir "arka tutaç" tarafından yakalanır. Bu mekanizma, nota-




**Şekil 71.** Piyano içindeki tele vurma mekanizması.

ların hızlı şekilde tekrar edilmesine imkân verir ki bu pek çok piyano eserinde önemlidir. Parmağınız hâlâ tuşun üzerindeyken ara manivela halen havadadır ve tekrar fırlatılmaya hazırdır. Tuş orijinal konumuna geri döndüğünde susturucu tele dayanır.

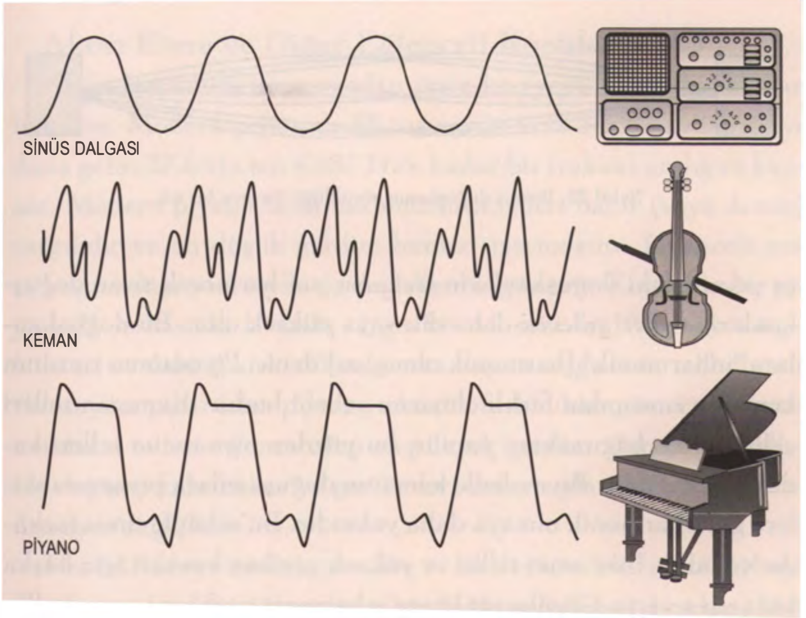
Cristofori'nin orijinal piyanosunda, çekiçlerin dış kaplaması deriydi fakat sonunda derinin tatminkâr olmadığı anlaşıldı. Artık bunlar keçeden yapılmaktadır. Kuyruklu piyanolarda çekiçler yerçekimiyle geri düşer, duvar piyanolarında ise tele vurduktan sonra geri seker. Düşme hareketinin daha verimli olması, kuyruklu piyanoların duvar piyanolarından daha pürüzsüz bir mekanizması olmasının sebeplerinden biridir.

Ses, telin titreşimi tarafından yaratılır ama bu, titreşimin tahta bir köprü aracılığıyla ses tablasına aktarıldığı atak süresi denilen kısa bir gecikme sonrasında olur. Ses buradan havaya yayılır. Ses tablası yaklaşık 1 cm kalınlığındadır ve genellikle ladin gibi alçak yoğunluklu elastik ağaçlardan yapılır.

Son olarak, çoğu piyanonun üç pedalı vardır (ortadaki pedal bazen olmaz). Sol pedal hafifletme pedalıdır. Kuyruklu bir piyanoda bu pedala basılırsa, bir tuşa bastığınızda tüm mekanizma çekicin üç yerine iki tele vuracağı şekilde hafifçe kaydırılır. Böylece sesin gürlüğü azaltılır. (Duvar piyanolarında hafif pedalı, çekiçleri tellere daha yaklaştıracak şekilde çalışır. Böylece çekiçler tellere daha az kuvvetle vurur). Sağ pedala güçlü veya uzatma pedalı denir. Bu pedal, tüm tellerin üzerlerindeki susturucuları kaldırır, böylece teller titreşmek için serbest kalır. Bir notadan gelen ses, doğal olarak sönünceye kadar tınlar ama uzatma pedalı bırakılırsa ses hemen susturulur. Orta veya sustenuto pedalı basıldığında sadece vurulan tellerin üstündeki susturucuları yukarıda tutar.

## Büyülü Doğuşkanlar

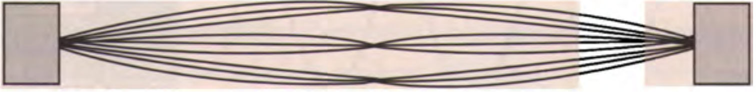
$Sol_4$ notasını (dördüncü oktavdaki Sol) düşünün. Buna bastığımızda Sol telinin 396 Hz'te titreşeceğini biliyoruz. Ama aynı notayı bir keman üzerinde çaldığınızda frekansının aynı olmasına rağmen biraz farklı tınlayacaktır *(Şekil 72)*. Hatta bir sinyal üreteci-




**Şekil 72.** Sol$_4$'ün bir sinyal üreteci, bir keman ve bir piyanoda tınladığı şekliyle dalga biçimi.

nin frekansını 396 Hz'e ayarladığınızda ses yine farklı tınlayacaktır. Dalga biçimlerini bir osiloskop ekranı üzerinde görüntülediğimizde bunun sebebi görülebilir; her birinin gerçekten 396 Hz olmasına karşın bunların zarf şekilleri farklıdır. Diğer bir deyişle her notanın karakteristik bir şekli vardır; buna *tını* (timbre) diyoruz.

Bunun sebebi nedir? Yanıt, titreşen tellere yakından bakılarak bulunabilir. 2. Bölüm'de doğuşkanlara değinmiştik. Bir tele vurduğunuzda onun temel frekansını harekete geçirdiğinizi ama aynı zamanda birçok doğuşkanı da hareket ettirdiğinizi görmüştük. Bu doğuşkanlar genellikle temel frekanstan daha zayıftır. Fizikte, doğuşkanların frekansı temel frekansın tam sayı katlarıdır. Bu sistemi "harmonik" olarak adlandırmaktayız. Piyanoda bir tuşa vurduğunuzda, temel frekansla birlikte birçok doğuşkan elde edersiniz ve tahmin edebileceğiniz gibi bunlar, temel frekansın integral katları olur. Diğer bir deyişle bunlar harmonik olur. Fakat çelik telin sertliği nedeniyle durum böyle değildir. Frekans yükseldik-



**Şekil 73.** Birinci doğuşkanın görüldüğü titreşen bir tel.

çe piyanodaki doğuşkanların frekansı, saf harmonik sesin doğuşkanlarına göre giderek daha dik veya yüksek olur. Bu doğuşkanlara "inharmonik" [harmonik olmayan] denir. Piyonunun tınısının kemanın tınısından farklı olmasını sebebi budur. Kemanın telleri çelik yerine bağırsaktan yapılır, bu yüzden piyanonun telleri kadar sert değildir. Bu nedenle kemanın doğuşkanları, piyanonunkilere göre harmonik olmaya daha yakındır. Bu sebeple tınısı farklıdır ve bu da bize uzun teller ve yüksek gerilme kuvveti için başka bir neden verir. Görüleceği üzere inharmoni problemi, uzun teller kullanıp gerilme kuvveti mümkün olduğu kadar yüksek tutularak asgariye indirilir.

Gerçekte saf ton, müzikte nadiren duyulur. Bazı ağaç üfleme çalgılar buna yakın olsa da hiçbiri tam değildir. Fakat bu doğuşkanlar nasıl ortaya çıkar? Tele yakından bakarsanız *(Şekil 73)*, bunların temel frekansın üzerine eklendiğini görebilirsiniz. Temel frekans, telin uzunluğu boyunca tek bir halka oluşturur ve düğümler telin iki ucundadır. Birinci doğuşkanın iki halkası vardır ve uzunluğu temel frekanstakinin yarısı kadardır; daha yüksek doğuşkanlar yine yarısı olacaktır. Doğuşkanların farklı gürlük derecelerinin olması ve hepsinin aynı hızla sönmemesi veya ölmemesi işleri daha da karmaşık hale getirir.

Doğuşkanların bir sorun olduğunu ve arzu edilmediğini zannedebilirsiniz. Ama durum böyle değildir. Bir notaya "sıcaklığını" veren doğuşkanlardır. Bu yüzden belli bir miktar inharmoni piyanoda istenen bir şeydir. Hatta piyano tam harmonik olacak şekilde akortlansaydı, akortsuz tınlardı.

## Akort Etme ve Diğer Eğlenceli Konular

Akort hakkında konuşmadan önce klavyeye başka bir açıdan bakalım. Modern piyanoda 88 tuş vardır ve 7 1/3 oktavdan meydana gelir. 27,5 Hz'ten 4.187 Hz'e kadar bir frekans aralığını kapsar. Modern piyanoda en bas notaların telleri bakır (veya demir) sargılıdır ve en düşük gerilim bunlar üzerindedir. Piyanoda nota başına düşen tel sayısı da değişkenlik gösterir: Kuyruklu bir piyanoda en bastaki 10'unda sargılı bir tel, sonraki 18 notada sargılı iki tel ve daha tizdeki 60'ında nota başına sargısız üç tel bulunur (bu sayılar piyanodan piyanoya küçük farklılıklar gösterir). En tiz notaların telleri en ince olup en yüksek gerilim altındadır. Tellerin değişen kalınlıkları ve gerilimleri dolayısıyla tüm notaların tınısı aynı değildir.

Her tel, klavye ucunda yer alan ve iskelet içindeki bir deliği boydan boya geçerek sağlam bir tahta bloğa sabitlenen ayrı bir akort çivisine bağlanır. Bu çivi bloğu, katmanların birbirine dik yerleştirildiği, sert ağaçtan oluşan birçok katmandan meydana gelmiştir. Telin diğer ucu, kilitli çivi denen bir nesneye bağlanmıştır.

Akordu anlamak için piyano üzerindeki dizilerin bazılarını kısaca gözden geçirmemiz gerekir. Daha önce de gördüğümüz gibi beyaz notalar diyatonik diziyi oluşturur ve siyah notaları da dâhil ettiğimizde kromatik diziyi elde ederiz. Ayrıca kromatik dizi içindeki ardışık frekans değişikliklerinin her birine yarım ses denir ve *son olarak bir oktav*, 12 yarım sesten meydana gelir. Piyanonun beyaz tuşları tam olarak diyatonik diziye göre akort edilmez veya diyebiliriz ki (siyahların da dâhil olduğu) tüm notalar tam olarak kromatik diziye göre akort edilmez. Bunlar daha ziyade oktavın 12 eşit aralığa bölündüğü eşit yedirimli diziye göre akort edilir.

Bunun sebebi nedir? Bunun temel sebebi örneğin, nizami bir kromatik diziye göre Do majöre akort edilmiş bir piyano üzerinde bir akor çaldığınızda, bu akordun başka bir dizi, örneğin, Sol majörde kabul edilebilir akorlar üretmeyecek olmasıdır. Bu, Do majörde yazılmış bir eseri Sol majörde seslendirmek istediğinizde eserin tuhaf tınlayacağı anlamına gelir çünkü akorların çoğu

uyumsuz tınlar. Bu sorunu aşmak için kromatik dizi, 12 eşit yarım sese bölündü. Bu durumda birbirine komşu iki notanın frekans oranı daima aynı olur.

Piyano mükemmel bir şekilde akortlanmış bile olsa, aslında içinde küçük uyumsuzluklar barındırır ve bunlardan kurtulmanın bir yolu yoktur. Elbette problem kromatik dizinin ayrık oluşu ve notalar arasındaki frekanslara izin vermemesidir. Ama özellikle iyi bir kulağınız yoksa bunu hiçbir zaman fark etmezsiniz.

Akordun ayrıntılarına girmeyeceğim; bu oldukça karmaşık ve yorucu bir süreçtir. Ancak akortçuların sadece bir akort çatalı, birkaç kauçuk kama ve birkaç keçe şeritle gelmesi sizi şaşırtabilir (Kimileri şimdilerde akort çatalı yerine elektronik akort cihazları kullanmaktadır). Fakat akort çoğunlukla kulakla yapılmaktadır, özellikle vurular dinlenerek. Akortçu genellikle belli bir teli – mesela orta Do– bir orta Do akort çatalını kullanıp akort ederek başlar. Bundan sonra bu notanın tüm oktavları akort edilir çünkü bunlar o notanın yaklaşık integral katlarıdır. Bu işlem, akort çivilerini ayarlamak için kullanılan bir akort anahtarı veya lokma anahtar ile yapılır. İyi akort edilmiş bir piyanoda birbirine bir oktav mesafede duran iki notanın frekanslarının oranı 2:1 olmayacaktır. Bunun sebebi piyanonun doğasındaki ahenksizliktir (inharmonicity). Buna "esnetilmiş" oktav denir. Akortçu bundan sonra iki telin aynı anda titreşiminden oluşan vuruları dinleyerek diğer tellere geçer.

## Tuşe

Piyano öğretmenleri, öğrencilerine bir notaya nasıl basılacağını anlatmak için çok zaman harcarlar. Hiç kuşkusuz, farklı piyanistlerin teknikleri arasındaki farkı duymuşsunuzdur. İyi piyanistler, sesi dikkate değer biçimde değiştirebilirler. Ama gerçekte bir notanın tınısını ona vuruş şeklinizle değiştirebilir misiniz? Çoğu piyano öğretmeni bu soruya "evet" diyecektir ama bu konuda hayli fikir ayrılığı vardır. Bir fizikçi, piyanonun işleyişine baktığında, çekicin tellere vurmadan önceki saniyenin bir bölümü olan bir za-

manda çekicin fırlatılmış ve mekanizmadan kurtulmuş durumda olduğunu görür. Bu, piyanistin bu zaman dilimi boyunca herhangi bir kontrolünün olmadığı anlamına gelir. Yani icracı tuşa daha fazla veya daha az kinetik enerji vererek sesin yeğinliğini veya gürlüğünü değiştirebilir fakat tınısını değiştiremez. Kısaca, tuşa mekanik olarak basılıyor olsaydı her şey aynı olurdu. (Elbette piyanistin uzatma pedallarına basmadığını kabul ediyoruz çünkü pedallar tınıyı değiştirir).

Şimdi tartışmanın diğer tarafına bakalım. Buradaki iddia, çekiç kolunun "esneme"sinin tonu da etkilediği yönündedir ve çekiç serbest uçuşu sırasında dikkate değer biçimde esner, özellikle de nota gür çalındıysa. Bu etki, baslarda daha büyük olma eğilimindedir çünkü baslardaki çekiçler daha ağırdır ve esnemenin bir etkisi olmadığına dair göstergeler vardır. Bu, çok tartışmaya neden olacağından kimin haklı olduğuna yönelik muğlak bir tahminde bulunmayacağım.

## Sonuç

Şimdi sorumuza geri döndük: Piyano neden klavsen değildir? Birbirlerine benziyorlar, bunu inkâr edemezsiniz. Fakat bir notanın vuruluş şekli arasındaki fark, üretilen seste büyük bir fark yaratıyor. Piyanoda tele vurulmaktadır, klavsendeki tel ise çekilmektedir. Bu kadar basit.

# Telli Çalgılar

## Keman ve Gitar ile Müzik Yapmak

Belli bir yaşın üzerindeki herkes, "Beatles çılgınlığı" veya "Elvis çılgınlığı" deyimlerini duymuştur. Bu, Beatles veya Elvis Presley sahneye adım attığında hayranları arasında görülen delilik nöbetidir ve elbette onların döneminden bu yana pek çok müzisyen, seyircisi üzerinde aynı etkiyi yapmıştır. Bunun daha çok modern bir olgu olduğu zannedilebilir ancak öyle değildir. 200 yıldan daha fazla bir zaman önce kemancı Nicolo Paganini *(Şekil 74)* dinleyicisini daha önce görülmedik biçimde coşturmuştu. Birbirini izleyen geceler boyunca insanlar huşu içinde onu dinlemiş ve çalışından o denli etkilenmişlerdi ki pek çoğu onun ciddi ciddi şeytanla anlaşma yaptığına inanmıştı. Alman şair Jakob Boehme, konserine geldikten sonra Paganini'nin çalışı için "Hayatımda hiç bunun gibi bir şey görmedim" demişti. Besteci Franz Schubert, "Az önce meleklerin şarkı söyleyişini duydum" şeklinde bir yorum yapmış, Franz Liszt ise "Ne adam! Ne keman! Ne sanatçı!" demişti.

Paganini gerçekten de insana, şeytanı anımsatan bir tarza sahipti. Konserlerine dört siyah at tarafından çekilen siyah bir arabanın içinde gelirdi. Tümüyle siyah giyinmiş bir halde sahneye çı-



**Şekil 74.** Nicolo Pagani

kar, uzun siyah saçlarını geriye doğru tarar ve çalmaya başlardı. Zamanındaki diğer müzisyenlerin aksine asla nota defteri kullanmamıştı, her şeyi ezberlemişti. Bu, seyirci için yeni bir şeydi ve onu gizemli kılan unsurlardan biriydi. Bir insan saatlerce süren bir müziği nasıl olur da böyle ezberleyebilirdi? Ayrıca diğer kemancıların çalmanın imkânsız olduğuna yemin ettikleri pasajları çalıyordu: Kimi zaman saniyede on ikiden fazla nota çaldığı ve yazılmış en zor eserleri ilk görüşte çaldığı söylenirdi ve seyirciyi hipnotize eden yalnızca onun teknik sihirbazlığı değildi: Yavaş pasajları o denli müşfik ve güzel çalardı ki seyirciler arasındaki kadınlar gözyaşlarına boğulurdu. O birinci sınıf bir gösteri adamıydı ve bu gösteri adamlığına ek olarak seyirciye numaralar yapmayı severdi. Ara sıra kemanın yayını öyle kuvvetli çekerdi ki Sol teli dışındaki tüm telleri kopartırdı (kasten tabii) sonra da sadece Sol telini kullanarak devam eder ve konseri bitirirdi.

Fakat sıra dışı yeteneğini sergileyeceği keman eserlerini nereden bulmuştu? O dönemde teknik seviyesi yüksek olan çok az keman eseri yayınlanmıştı. Bunu aşmak için kendi müziğini besteledi. Bunlardan geriye çok azının kalması hiç şaşırtıcı değildir: Di-

ğer kemancılar için bunlar çalması çok zor eserlerdi. Bu bölümün ilerleyen kısımlarında Paganini'nin yaşamı ve kariyeri hakkında daha fazla şey öğreneceğiz ama öncesinde, çaldığı çalgıyı başlangıcından itibaren tanıyalım.

## İlk Telli Çalgılar

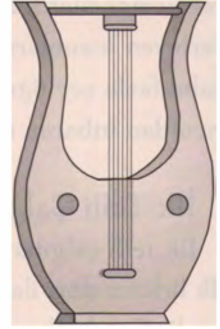
İlk telli çalgılardan biri olan *lir,* eski Mısır'da karşımıza çıkar. İlk lirlerin dört ila altı teli vardı ama sonunda bu sayı dörtte sabitlendi. *Şekil 75*'te altı telli bir lir görülmektedir. Teller, bir çubuktan çıkıp sol elde tutulan U şeklindeki bir boyunduruk boyunca gerilir ve sağ elde tutulan bir mızrapla çalınırdı. Lirler çoğunlukla şarkıcılara eşlik etmek için kullanılırdı. Elbette müzisyenlerin dört telle kendilerini sınırlandırılmış hissedip daha fazla tel eklemeleri uzun sürmedi. Aslında çok daha fazla tel eklemişler ve bu sonunda *arp*'a dönüşmüştü (yaklaşık 25 teli vardı). Arp, İncil'de anlatıldığı üzere, Davud'un gözde çalgısıydı.

İlk telli çalgıların tümü mızrapla çalınırdı. Bir telin uzunluğu değiştirilerek sesinin veya perdesinin değiştirilebileceği biliniyordu. Bunu yapmanın en kolay yolu, tellere parmakla bastırmaktı fakat müzisyenlerin belli bir sesi elde etmek için nereye basacaklarını bilmeleri gerekiyordu ve bu da *perdelerin* eklenmesine yol açtı. Teller genellikle dar bir sap boyunca uzanıyordu ve hayvan bağırsağından yapılmış şeritler biçimindeki perdeler sap boyunca yerleştirilirdi. İcracı böylece telleri perdelerin kenarına bastırabilirdi.

On altıncı yüzyılda İspanya'da *gitarra* adı verilen, altı teli olan ve klavyesi üzerinde dört çift perdesi bulunan küçük bir çalgı popüler oldu. Mızrapla çalınan bu çalgı dans için oldukça yaygın şekilde kullanılıyordu. Yıllar boyunca geliştirilerek bu bölümün ilerisinde inceleyeceğimiz modern gitar halini aldı.

İlk çalgılardan önemli olan bir diğeri, altı çift teli ve kaydırılabilir bağırsak perdeleri olan *lut* idi. O da lir gibi çoğunlukla şarkıcılara eşlikte kullanılan çok hafif bir çalgıydı. Bu dönemde mızrap terk edilmiş ve çoğu müzisyen lutu parmaklarıyla çalmaya başlamıştı.

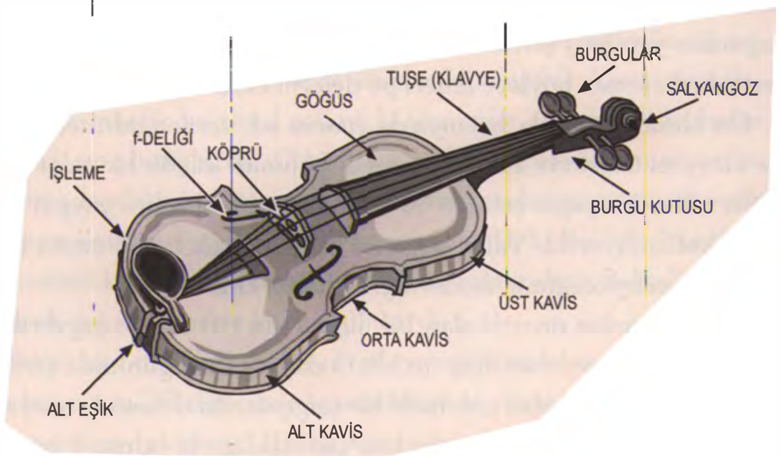
İlk telli çalgıların tümü mızrapla çalınırdı. Müzisyenlerin "yay" ile çalınan tellerin de güzel sesler çıkardığını keşfetmelerinin bu kadar uzun zaman alması tuhaf gelebilir. İlginçtir, Rönesans sırasında 1500 yılı civarında birbirinden bağımsız iki tip yaylı çalgı sahneye çıkmıştır. Bunların ilki İspanya'da geliştirilmiş olan *viyol* ailesinden çalgılardı. Bu ailede üç çalgı vardı –bir bas, bir tenor ve bir tiz– ve her birinde dörtlü aralıklarla akort edilmiş altı tel bulunuyordu. İkinci aile İtalya'da geliştirilmiş olan *keman* (viyolin) ailesiydi. Dört teli bulunuyordu ve sonunda viyol ailesini tümüyle gölgede bıraktı.



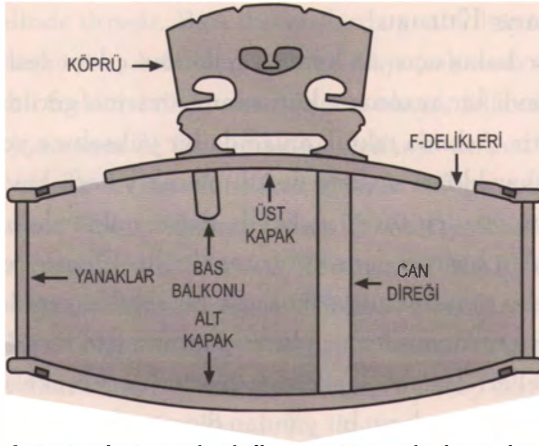
**Şekil 75.** Lir

## Kemanın Yapısı

Temel olarak keman, rezonans kutusu denen içi boş bir "kutu" oluşturmak üzere yanaklar veya yan duvarlarla ayrılmıştır, her ikisi de hafifçe dışarı doğru kubbemsi olan bir üst ve bir alt kapaktan meydana gelir. Kuyruktaki alt eşikten başlayarak, köprüden geçen ve tuşe boyunca uzanarak burgu kutusundaki burgulara bağlanan dört tel gerilmiştir *(Şekil 76)*.




**Şekil 76.** Keman ve bölümleri.




**Şekil 77.** Can direğini ve bas balkonunu gösteren bir keman kesiti.

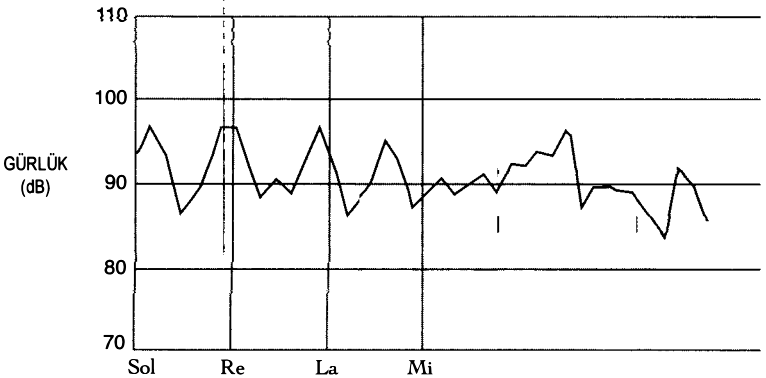
Teller muazzam bir basınç altındadır (dört tel için toplam 50 lbs) ve bu kemanın yüzüne veya göğsüne doğru aşağı yönde yaklaşık 20 lbs'lik bir basınçla köprüye basmaktadır. Genellikle birkaç milimetre kalınlığında olan üst kapağın ağacı çok incedir. Bu yüzden desteklenmesi gerekir. Bu destek, iki biçimde sağlanmaktadır: Bir direk ve bir çubuk. İlkine *can direği* denir ve doğrudan köprünün bir ayağı altına yerleştirilir; ikincisine ise *bas balkonu* denir ve bas teli boyunca üst kapağın altına yerleştirilir *(Şekil 77)*.

Kemanın her parçasının tasarımı çok özeldir çünkü ses tonu, ne tür ağaç kullanıldığı ve çalgının tam olarak nasıl bir araya getirildiği ile son derece ilişkilidir. Üst kapak, damarları burguluk ile kuyruk arasında uzunlamasına duracak şekilde kesilmiş, genellikle ladin veya çam gibi yumuşak ağaçlardan yapılır. Yanaklar (yanlar) ve alt kapak akçaağaç gibi sert bir ağaçtan, genellikle kıvırcık akçaağaç olarak bilinen türden yapılır. Sap, burguluk ve salyangoz genellikle akçaağaçtan yapılır. Her şey bir araya getirildikten ve özenle birbirine yapıştırıldıktan sonra kasa çok parlak bir hal alana dek cilalanır.

## Rezonans Kutusu

Basit bir bakış açısıyla keman, tellerden çıkan sesleri yükseltmekle görevli bir rezonans kutusunun üzerine gerilmiş dört telden ibarettir. Aslında teknik anlamda bir yükseltme yoktur; sadece teller çıkardıkları seslerle ilişkili olarak yeterli havayı hareket ettirmez, bu yüzden titreşim, kayda değer miktarda havayı hareket ettirebilen bir rezonans kutusuna iletilir. Elbette rezonans kutusunun telin tüm frekanslarını sadık bir şekilde yeniden üretmesi önemlidir ve rezonans kutusu bunu yapması için tasarlanır. Enerji aktarımı, telleri destekleyen köprü üzerinden gerçekleşir. Yay, telleri bastırdığında onların bir yandan diğerine hareket etmesine neden olur ve bunun sonucunda köprü üzerinde bir sallanma hareketine yol açar. Köprü, kemanın göğsüne bağlı olduğundan onun düşey yönde titreşmesine neden olur. (Tellere paralel küçük miktarda bir hareket de meydana gelir).

Kemanın göğsünün titreşmesi rezonans kutusu içindeki havanın da titreşmesine neden olur ve bu titreşimler f delikleri aracılığıyla dışarıdaki havaya ulaşır. Bu, sesin aslında iki kaynaktan çıktığı anlamına gelir: Ağacın titreşimi ve rezonans kutusu içindeki havanın titreşimi. Aslında her iki kaynaktan gelen sesin miktarı yaklaşık aynıdır. Daha önce gördüğümüz üzere, keman kapağı gibi esnek bir yüzey, üzerine uygulanmış herhangi bir frekans



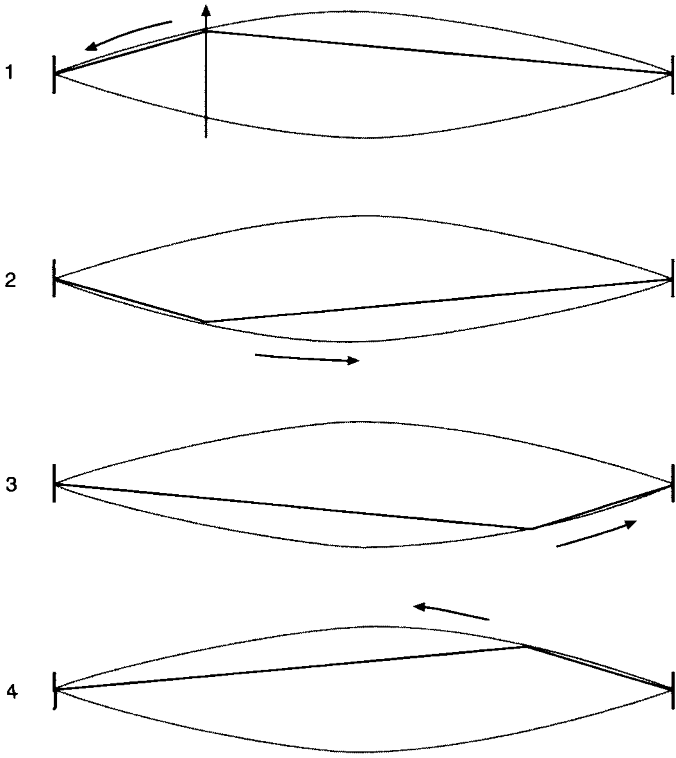

**Şekil 78.** Bir kemanın Sol, Re, La ve Mi notalarını gösteren frekans aralığı.

ile uyum halinde titreşir. Bazı frekanslarda genlik büyük olur, diğerlerindeyse küçük. Aslında genlik belli bir frekansta çok büyük olur ve biz bu frekansı rezonans frekansı olarak adlandırırız. Titreşen hava hacminin de bir rezonans frekansı vardır. Bu da kemanla ilgili olarak iki rezonans frekansımız olduğu anlamına gelir. Bunlara, ana ağaç rezonansı (Main Wood Resonance, MWR) ve ana hava rezonansı (Main Air Resonance, MAR) denmektedir. MAR, rezonansın hacmine ve f deliklerinin alanına bağlıdır. Genellikle 280 Hz civarındadır ki bu, dört telden birinin frekansına yakındır. Kemanın dört teli genellikle $Sol_3$, $Re_4$, $La_4$ ve $Mi_5$ olmak üzere dört notaya akortlanır. $Re_4$'ün frekansı 280 Hz'e yakın olduğu için MAR bunu kuvvetli biçimde destekler. Diğer yandan MWR frekansı 420 Hz civarındadır ki bu da $La_4$'e yakındır, böylece MWR de La sesini destekler.

*Gürlük eğrisi* olarak adlandırılan eğri, bir kemanın kıymetini gösteren gayet kullanışlı bir eğridir. Böyle bir eğriyi oluşturmak için kemanın tüm frekans aralığı boyunca en gür sesi verecek şekilde yay çekilir. *Şekil 78*'de görüldüğü gibi gürlük, bir notadan diğerine hayli değişir; MAR ve MWR yaklaşık olarak sırasıyla Re ve La'ya denk gelmekte olup, aralık dâhilindedir. İyi bir kemana bu iki frekans bir beşli aralık oluşturur (Re ve La notalarına yakındır). Eğer frekansların arası bu aralıktan büyükse keman genellikle düşük kaliteli bir keman olarak değerlendirilir. MWR ile teller arasında kuvvetli bir eşleşme olması da mümkündür. Bu olduğunda *kurt sesi* denen istenmeyen bir uğuldamaya neden olur. Keman yapımcıları bu sesleri, dizinin genel sesleri dışına düşürmeye çalışırlar.

## Yay ve Teller

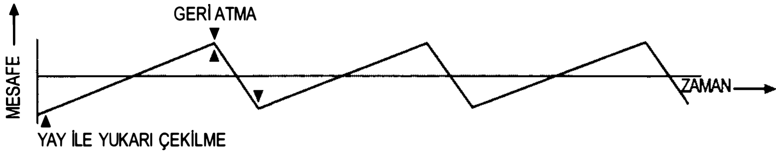
Keman yayı genellikle at kılından yapılır. Tüm doğal kıllar gibi, at kılının sürtünme özellikleri de bir yönden diğerine büyük oranda farklılık gösterir. Bunu görmek için saçınızın bir tutamını parmaklarınızla çekmeniz yeterlidir. Sürtünmedeki bu farklılık, kıl boyunca aynı yönde hizalanmış birbiri üzerine binen minik pulla-



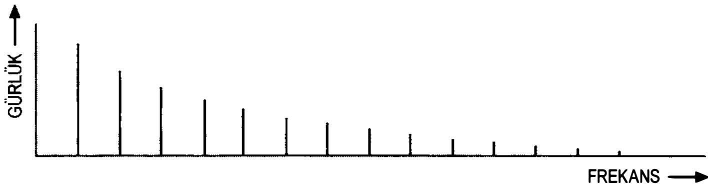

**Şekil 79.** Bir kemanın yayla çalınışı sırasında telin hareketi.

rın bir sonucudur. Bir keman yayında, kılların yarısı bir yönde hizalanırken, diğer yarısı diğer yönde hizalanır; böylece yay öne ve arkaya hareket ederken sürtürme sağlanır. Bu sürtünme, kıllar üzerine reçine sürülerek artırılabilir. Yayın tahta olan kısmı gerilerek kılların gergin tutulması sağlanır.

Kemanın telleri köprü üzerinden uzanacak şekilde kuyruk ile burguluk arasında gerilir. Teller, her iki uca sabitlenmiştir; böylece yayla çekildiklerinde duran dalgalar meydana gelir. Bu dalgaların boyları ve genlikleri; telin gerginliği, uzunluğu, yapıldığı malzeme gibi tel özelliklerine bağlıdır. İlk teller kedi bağırsağından yapılmıştı; günümüzde ise çelik veya çeşitli yapay malzemelerden üretilmektedir.




**Şekil 80.** Yayın tel üzerinde sabit hızla çekilişi sırasında telin hareketi.




**Şekil 81.** Bir kemanın logaritmik gürlük-frekans grafiği.

Titreşen bir tele baktığımızda, tek bir halka içinde titreşiyormuş gibi görünür ama daha yakından bakacak olursak, işlerin göründüğünden karmaşık olduğunu fark ederiz. Herhangi bir anda, tel aslında yaklaşık olarak düz olan iki parçadan meydana gelmektedir; ayrıca bu parçalar, *şekil 79*'da görüldüğü gibi, çalınmakta olan notanın frekansı ile bir eğri etrafında hareket etmektedir. Bunun neden olduğunu anlamak için statik sürtünme ve kayan (veya kinetik) sürtünme olarak bilinen iki tip sürtünme olduğuna işaret ederek başlamalıyız. Eğer zemin üzerinde duran bir bloğu itmeye çalışırsanız, onu yerinde tutan sürtünmeyi yenene kadar hareket etmediğini görürsünüz. Bu, statik sürtünmedir. Fakat blok harekete geçtiğinde sürtünmenin azaldığını ve harekete devam etmesi için gereken enerjinin, onu harekete geçirmek için gereken kadar fazla olmadığını görürsünüz. Bu da kayan (veya kinetik) sürtünmedir. Bu ikisi arasındaki fark, bir kemanın yay ile çalınmasında önemlidir.

Bir icracı yay çekmeye başladığında, yay teli yakalar ve onu yana doğru çeker. Bu noktada statik sürtünme iş başındadır fakat telin yerinin değişmesi nedeniyle onu normal konumuna döndürmeye çalışan bir kuvvet vardır ve nihayetinde tel ile yay arasında-

ki sürtünme teli daha fazla tutamaz ve tel kurtularak geri atar. Tel geri dönerken, statik sürtünmeden daha az olan kinetik sürtünme görevi devralır ve tel yayın altında kolayca kayar. Ancak hemen sonra yay teli tekrar yakalar ve statik sürtünme yine işbaşı yaparken tel, yay ile aynı hızda hareket etmeye başlar. Statik ve kinetik sürtünme arasındaki bu ileri-geri hareket ile tel parabolik biçimde salınır fakat bu, basit bir harmonik hareket değildir. Tel sabit hızla (yayın hızı) çekilir, sonra aniden durur ve *Şekil 80*'de gösterildiği gibi kurtularak geri atar.

Yay ile çalınan tek bir frekans bile olsa telde birçok doğuşkanın veya harmoniğin mevcut olduğunu ve çalgıya tınısını veren şeyin bunlar olduğunu daha önce görmüştük. Ayrıca bu harmonikleri nasıl saptadığımızı ve kemanın harmonik tayfını saptayabileceğimizi de görmüştük. Temel frekansı 1 alırsak, ikinci harmonik 1/2, üçüncüsü 1/3, dördüncüsü 1/4 olacak ve bu şekilde devam edecektir. Harmoniklerin logaritmasının frekansa göre grafiğini çizersek, bu tayfı *(Şekil 81)* elde ederiz ve bu da bize çalgının sesi hakkında birçok şey anlatır.

Üretilen sesin *kalitesi* de bir kemancı için ayrıca önemlidir. Kalite aşağıdakileri de kapsayan birçok etmene bağlıdır:

- Yayın teli çektiği konum,
- Yayın tele temas etme kuvveti,
- Yay hızı,
- Yayın tel ile temas eden genişliği,
- Kemanın çeşitli rezonans frekansları arasındaki mesafe,
- Kemanın fiziksel yapısı – kemanın yapıldığı malzemeler.

## Stradivarius'un Sırrı

İlk kemanın nerede veya ne zaman yapıldığını kimse kesin olarak bilmez ancak "halk kemanlarının" (fiddles) on üçüncü yüzyılda mevcut olduğu bilinmektedir.

Genel olarak, İtalya'nın Cremona şehrinde yaşayan Andrea Amati yaklaşık 1550 yılında ilk kemanı (bugün bildiğimiz şekliyle) yapan kişi olarak kabul edilir. O, Cremona'yı Avrupa'nın boy

ölçüşülemez keman yapım merkezi haline getiren keman yapımcısı nesillerin başlangıcıydı. Günümüzde kemanın şekli, genel yapısı ve ebadı gibi ana özelliklerinin çoğunun Amatiler tarafından kazandırıldığı konusunda fikir birliği söz konusudur. Andrea'nın torunu Nicolo günümüzde bu aileden çıkan en büyük zanaatkâr olarak kabul edilir. Amati ailesi tüm şöhretine ve etkisine karşın yine de sonunda bir ismin gölgesinde kaldı ki bu isim halen muhteşem kemanlarla ilişkilendirilmektedir: Antonio Stradivari. Stradivari'nin kemanları bugün dünyadaki en pahalı müzik aletleridir.

1644'te Cremona'da doğan Stradivari, keman yapımı işinde farklı bir konuma gelmek için çetin bir mücadele verdi. Amatiler piyasanın hâkimiydiler ve Amati kemanı tüm Avrupa'da ünlüydü. Bu, Stradivari'yi yıldırmadı; uzun yıllar Nicomo Amati'nin çırağı olarak çalıştı ve sonra 1680'de kendi işini kurdu. Amatilerinki kadar iyi, hatta belki daha iyi kemanlar üretmeye kararlıydı. Daha sonra yapmış olduğu kemanlardan kesinlikle daha düşük kalitede olan ilk kemanlarından sonra becerilerini geliştirmeye ve yeni modeller denemeye devam etti ve 1700'e gelindiğinde kendi yolunu çizmişti. Yaşamı boyunca yaklaşık 1200 keman üretti. Ayrıca 21 viyolonsel (bunlardan biri bir Bond filminde önemli bir rol almıştır), 10 viyola ve birkaç gitar yaptı. 1700 ile 1720 yılları arası günümüzde Stradivari'nin "altın yılları" olarak bilinir. Günümüze 600 civarında kemanı kalmıştır ve bu döneme ait olanlar paha biçilmezdir. Bunların çoğu milyonlarca dolar değerindedir. Bir tanesi 2006 yılında Birleşik Devletler'de 3,6 milyon dolara satılmıştı ve bazıları bundan da pahalıya gitti.

Stradivarius kemanlarını böylesine değerli kılan nedir? Herhangi bir kemancının size anlatacağı üzere, bu kemanların kendine özgü ve güzel bir tonu vardır ve gariptir ki bugün sahip olduğumuz tüm teknolojiye karşın hiç kimse hiçbir zaman "Stradivarius sesi"ni yakalayamamıştır. Bunları böylesine büyülü yapan nedir? Hiç kuşkusuz Stradivari usta bir zanaatkârdı ve kemanlarının üretebileceği en iyi keman olmasını sağlamak için kılı kırk yaran bir özen gösteriyordu. Üst kapak için ladin; arka kapak, işle-

me ve sap için akçaağaç ve çoğu iç parça için söğüt kullanmıştı. Ayrıca kendi ağaçlarını birçok mineral türüyle işlediği bilinmektedir. Fakat bundan daha fazlası olmalıdır.

Kemanlarının muhteşem sesi için birçok açıklama öne sürülmüştür fakat şimdiye kadar hiçbirinin doğruluğu kanıtlanmamıştır. Stradivarius kemanları, x-ışınlarına tabi tutulmuş, dikkatlice ölçülmüş, en ince ayrıntısına kadar incelenmiş, aynen kopyalanmış fakat kopyalar yine de bir Stradivarius gibi ses vermemiştir. Acaba ağaçtan mıdır? Ağacın niteliği, tonu kesinlikle etkilemektedir. Stradivari'nin kullandığı ağaç özellikle yoğundur ve yoğun ağacın daha iyi bir ton sağladığı bilinmektedir fakat tek püf noktası buysa o zamanlar Cremona'da yapılan diğer kemanlar neden bir Stradivarius ile boy ölçüşememektedir? Diğer bir iddia, Stradivari'nin özel bir vernik kullandığıdır. Ancak Stradivari kemanları yüzlerce yıllıktır ve çoğu yeniden verniklenmiş durumdadır.

Stradivari'nin "sırrı" onunla birlikte ölmüş gibi görünüyor. Üç oğlu ticarete devam etmediler; biri 24 yaşındayken öldü, bir diğeri ona atölyesinde yardım etti fakat sonunda ayrıldı. Stradivari son kemanını ürettiğinden bu yana 250 yıl geçti ve şaşırtıcı şekilde o zamandan bu yana kemanın yapısında çok az şey değişti.

## Keman Ailesinin Diğer Üyeleri

Keman ailesinin diğer üç üyesi viyola, viyolonsel (çello) ve kontrbastır. Hepsi keman gibi dört tellidir. Fiziksel ebatları ve tellerinin temel frekansları farklıdır. Tablo 12, keman ailesinin her üyesinin temel frekanslarını ve uzunluklarını gösterir.

Viyola, kemandan bir beşli aşağıya, viyolonsel ise bir on ikili aşağıya akortlanır. Bu üç çalgının dalga boylarını kemanınkilerle karşılaştırırsanız, bu üç çalgının gerçekte olduklarından çok daha büyük olmalarını beklersiniz. Tablo 12'de, viyoladaki $Do_3$'ün, kemandaki $Sol_3$'ün yerini aldığını görebilirsiniz. Karşılaştırdığınız zaman, viyolanın $Do_3$ telinin dalga boyunun, kemanın $Sol_3$ telininkinden üç kat daha uzun olduğunu görürsünüz. Ama viyola kemandan sadece 6 cm daha uzundur. Aynı mantığı kontrbasa uy-

guladığınızda, kontrbasın ebadının kemanın ebadının altı katı olmasını beklenebilir.

**Tablo 12.** Keman ailesi çalgılarının temel frekansları ve uzunlukları

| | Temel frekanslar | | | | Uzunluk (cm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Keman | $Sol_3$ | $Re_4$ | $La_4$ | $Mi_5$ | 60 |
| Viyola | $Do_3$ | $Sol_3$ | $Re_4$ | $La_4$ | 66 |
| Viyolonsel | $Do_2$ | $Sol_2$ | $Re_3$ | $La_3$ | 115 |
| Kontrbas | $Mi_1$ | $La_1$ | $Re_2$ | $Sol_2$ | 200 |

Fakat durum böyle değildir çünkü bazı dengelemeler sayesinde (daha kalın teller kullanmak gibi) daha büyük çalgılar çalımı kolaylaştırmak için daha küçük olacak şekilde tasarlanmıştır.

## Virtüözler

Bu bölümün başında kemanın büyük virtüözlerinden biri olan Nicolo Paganini ile bir giriş yapmıştık. Şimdi onun kariyerinin ayrıntılarına ve diğer virtüözlere bakalım. Paganini, 1782'de İtalya'nın Cenova şehrinde doğdu ve kısa sürede bir dahi olarak tanındı. Öyküsü pek çok yönden Mozart'ınkine benzer. Babası, onun yeteneklerini fark etmişti ve bundan faydalanmaya can atıyordu. Sonuç olarak onu, her gün uzun saatler boyunca (10 saat ve daha çok) pratik yapmaya zorladı ve gerçekten ilerleyişi olağanüstü oldu. Sekiz yaşına geldiğinde Cenova'daki konserlerde çalıyordu ve on üçünde geldiğinde eşsiz bir yetenek olarak tanınmıştı. Kısa süre içinde tüm İtalya'da çalmaya ve giderek daha fazla övgü toplamaya başladı. Sonunda on yedi yaşında babasının bunaltıcı tahakkümünden kurtularak kendi yoluna gitti fakat on dokuz yaşına geldiğinde kumar ve içkinin etkisiyle muazzam miktarda para kazanmış olmasına karşın beş parasız kaldı. Hatta o denli paraya muhtaçtı ki kemanını rehin vermek durumunda kalmıştı ve bir konserde çalma şansını yakalayınca varlıklı bir Fransız tüccardan keman ödünç istemek zorunda kaldı. Tüccar, ona, değerli bir Guarnerius (şöhrette Stradivarius'tan sonra ikinci) ödünç ver-

di ve konserden sonra geri almayı reddetti. Sonraki birkaç yıl boyunca Paganini konserlerinde bunu sıkça kullandı. Ayrıca bahiste kazandığı bir Stradivarius'un sahibi olmakla övünürdü.

Paganini, yüzyılın sonunda biraz ara verdi ve 1805'te konser sahnesine geri döndü. Sonraki birkaç yıl boyunca tüm İtalya'da icralar gerçekleştirdi. Ehlers-Danlos sendromundan muzdaripti ama bu hastalığın ona beklenmedik bir faydası oldu. Söz konusu sendromda eklemlerde aşırı esneklik görülüyordu ve bu sayede keman üzerinde insanın ağzını açık bırakan hünerler sergileyebiliyordu. Bilekleri öylesine gevşekti ki onları her yöne kolayca oynatıp bükebiliyor ve bu sayede diğer kemancıların yapamadığı şeyleri yapabiliyordu. Tekniği gerçekten hayret vericiydi.

Avusturya'nın Viyana şehrinde doğmuş ve burada ve Paris'teki konservatuvarlarda eğitim görmüş Fritz Kreisler (1875-1962) daha yakın tarihlerde yaşamış bir virtüözdür. İlk Amerika turnesini 1888-1889'da gerçekleştirmiştir. Bu turnenin ardından Viyana Filarmoni'deki bir pozisyona kabul edilmemesini takiben müziği bıraktı ve uzun yıllar boyunca tıp ve ressamlık eğitimi aldı. Ancak 1899'da müziğe döndü ve birkaç sene boyunca Amerika'da turnelere çıktı. Bir süre Almanya'da ve Fransa'da yaşadı fakat ömrünün sonraki dönemini Birleşik Devletler'de geçirdi. İcracılığın yanı sıra coşkulu bir besteciydi.

Jascha Heifetz (1901-1987) de tüm zamanların büyük kemancıları arasındadır. Bir harika çocuk olarak altı yaşında keman konçertoları çalabiliyordu. Litvanya'da doğmuş ve dokuz yaşındayken Rusya'daki St. Petersburg Konservatuvarı'na girmişti; on iki yaşına geldiğinde Almanya'da ve İskandinavya'da çalıyordu. Gençlik yıllarında Avrupa'nın büyük bölümüne turneler yaptı. Öncelikle bir solist olmasına rağmen diğer müzisyenlerle oda müziği yapmaktan zevk alıyordu ve piyanist Artur Rubinstein ile sıkça çalmıştı. 1917'de Birleşik Devletler'e geldi ve sonrasında Southern California Üniversitesi'nde dersler verdi.

Büyük kemancılar listesi Yehudi Menuhin (1916-1999) adı olmaksızın tamamlanamaz. Birleşik Devletler'de doğmuş ancak ic-

ra kariyerinin çoğunu Birleşik Krallık'ta geçirmişti. İkinci Dünya Savaşı sırasında askerlere konserler vermiş ve savaştan sonra Almanya'da çalmıştı. Öncelikle bir klasik kemancı olmasına karşın caz kayıtları da vardı ve Ravi Shankar ile Doğu müziği kayıtları bile yapmıştı. 1990'da keman müziğine yaptığı yaşam boyu katkısı için saygın Glenn Gould Ödülü ile ödüllendirildi.

Yirminci yüzyılın en büyük kemancılarından bir diğeri, Isaac Stern'di. 1920'de Ukrayna'da doğmuş ve bir yaşındayken ailesiyle birlikte Birleşik Devletler'e taşınmıştı. Müzik eğitimini San Francisco Konservatuvarı'nda aldı ve ilk konserini 16 yaşında verdi. 1979'da Çin turnesini gerçekleştirdi ve keman konçertolarının sayısız kayıtlarını yaptı. *Damdaki Kemancı* filmindeki kemanları da o çalmıştı.

Itzhak Perlman, çağdaş kemancılar arasında en ünlülerinden biridir. 1945'te İsrail'de doğdu ve müzik eğitimini önce Tel Aviv'de daha sonra da Birleşik Devletler'deki Juilliard'da aldı. 1987'de İsrail Filarmoni Orkestrası'na girdi ve bu grupla tüm Avrupa'ya, Rusya, Çin ve Hindistan'a turneler düzenledi. Birleşik Devletler'deki televizyon kanallarına sayısız kereler çıktı ve Beyaz Saray'da çaldı. Repertuarının ağırlıklı olarak klasik olmasına karşın ayrıca caz da çalmaktadır ve ünlü caz piyanisti Oscar Peterson ile bir caz albümü yapmıştır. Aralarında *Schindler'in Listesi ve Bir Geyşanın Anıları* gibi filmlerin de bulunduğu pek çok film müziğinin kayıtlarında solistlik de yapmıştır. Bir Stradivarius kemanı çalmaktadır.

## Mızraplı Çalgılar: Banjo, Mandolin, Ukulele ve Arp

Gitar, mızraplı çalgıların en ünlüsü ve en popüleridir fakat bunu sonraki bölüme bırakacağız. Mızraplı diğer üç ana çalgı banjo, mandolin ve ukuleledir. Bunların özellikleri aşağıda listelenmiştir.

- Ukulele: 4 telli, $Re_4$, $Fa_4$, $La_4$, $Si_4$ akortlu
- Banjo: 5 telli, $Do_3$, $Sol_3$, $Re_4$, $La_4$, $Re_4$ akortlu (kısa bir ezgi teliyle birlikte)
- Mandolin: 8 telli (4 çift), $Sol_3$, $Re_4$, $La_4$, $Re_4$, $Mi_5$ akortlu

Banjoda ve mandolinde tıpkı kemanda olduğu gibi bir köprü varken ukulelede yoktur. Ukulelenin telleri doğrudan rezonans kovuğuna bağlanır. Mandolin ve ukulelede boş bir gövde ve bir ses deliği vardır. Diğer yandan banjonun üst kapağı davuldaki gibi gerilmiş bir deridendir. Bu, sesi rezonans kovuğu gibi yükseltir. Çalgıların perdeleri, klavyeleri ve genel yapıları genellikle aynıdır. Banjonun uzunluğu 90 cm civarında, mandolin ve ukulelenin uzunlukları ise 60 cm civarındadır.

Diğer bir mızraplı çalgı, bu üçünden bayağı farklı olan modern arptır. Yukarıdaki çalgılarda olduğu gibi arpın da içi boş bir ses kutusu vardır (veya daha doğrusu ses çubuğu). Fakat arp, gitar ailesi çalgılarından çok daha büyüktür ve bunlardan farklı olarak düşey bir sütunu, kavisli bir sapı ve 46 teli vardır. Çubuklara bağlı olan yedi pedal, telin etkin uzunluğunu ve dolayısıyla perdesini değiştirmek için kullanılabilmektedir. Modern senfoni orkestralarında yaygın biçimde kullanılır.

## Gitar

Gitar, temelde bir ses kutusu üzerine sıkıca gerilmiş birkaç teli oluşuyla kemana benzer. İki tip gitar vardır; akustik gitar ve elektrogitar.

Kemanın temel özelliklerinden çoğu gitarda da görülmektedir. Kemanda olduğu gibi gitar da üst ve alt kapaklardan meydana gelir. Gitarın havayı ileri geri itmesi için büyük bir yüzey gerekir, kolaylıkla hareket edebilen, gayet esnek bir yüzey. Bu nedenle üst kapak ladin, sedir veya çam gibi yumuşak bir ağaçtan yapılır. Bu kapak ziyadesiyle incedir (birkaç milimetre), bu yüzden iç taraftan çok sayıda çıtayla desteklenir; bunların görevi, üst kapağı düz tutmaktır. Sesin çoğu üst kapağın titreşiminden gelir. Alt kapak genellikle maun veya Brezilya gül ağacından yapılır ve genellikle üst kapaktan daha düşük frekanslarda titreşir. Yanlar da sıklıkla maun veya gül ağacından yapılır. Son olarak, klavye genellikle abanoz veya akçaağaçtan yapılır.

Madem keman ve gitar bu kadar benziyor, sesleri neden bu kadar farklı? Bunun iki sebebi vardır. Öncelikle yapıları biraz farklıdır ve bu farklılığın ses üzerinde önemli bir etkisi vardır. İkincisi, bu iki çalgıdaki doğuşkanlar bayağı farklıdır.

## Akustik Gitarlar

Başlıca iki tip akustik gitar vardır: Naylon telli klasik gitar ve çelik telli folk gitar. Her ikisinde de aşağıdaki frekanslara akorlanan altı tel bulunmaktadır:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Mi_2$ | $La_2$ | $Re_3$ | $Sol_3$ | $Si_3$ | $Mi_4$ |
| 82 Hz | 110 Hz | 147 Hz | 196 Hz | 243 Hz | 330 Hz |

Elbette bunlar her telin kök (veya temel) frekansıdır. Tellerin ayrıca birçok doğuşkanı veya harmoniği vardır ve bu doğuşkanlar gitara kendine özgü sesini verir.

Gitara baktığınızda, onu farklı kılan bir dizi özellik görürsünüz:

- Tellerin tümü aynı uzunluktadır.
- Tellerin kalınlıkları farklıdır.
- Kemandaki dört tele karşılık gitarda altı tel vardır.
- Klavye üzerindeki perdelerin aralıkları farklıdır.
- Ses deliği f biçimli olmak yerine yuvarlaktır.

Önce telleri ele alalım. Bir tele mızrapla vurulduğunda, daha önce gördüğümüz gibi bir duran dalga meydana gelir. Bunun bir v hızı, λ dalga boyu ve $f$ frekansı vardır ve bunlar arasındaki bağıntı şu formülle verilir:

$$v = \lambda f$$

Ayrıca dalganın hızı (v) aşağıdaki formüle göre, telin gerilimine (T) ve ayrıca birim uzunluk başına kütlesine (μ) bağlıdır:

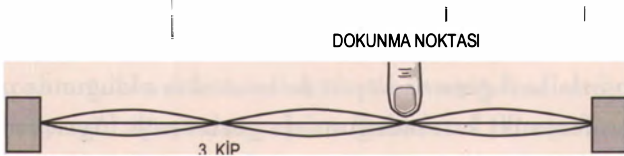
$$v=\sqrt{(T/\mu)}$$

Temel frekansın, köprüden eşiğe olan mesafenin iki katı veya parmağınızla bastığınızda köprü ile basmakta olduğunuz perdeye olan mesafenin iki katı olduğunu da görmüştük. Ayrıca altı telin tümünde aynı dalga boyu tayfı mevcuttur. Böylece formüllerimi-

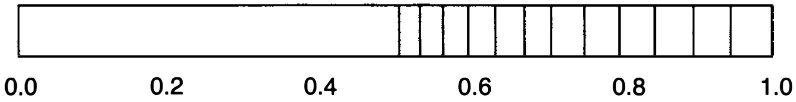
ze bakarak belli bir frekansı değiştirmek için onun üzerindeki dalgaların hızını değiştirmemiz gerektiğini görürüz. Bu, iki farklı yoldan yapılabilir: T gerilimini değiştirerek veya μ kütle/uzunluk oranını değiştirerek (veya bu ikisinin kombinasyonuyla).

Fakat gerilimi artırarak frekansı değiştirdiğimiz takdirde tepedeki frekanslara ait teller çok gergin ve aşağıdaki frekanslara ait teller ise çok gevşek hale gelecek ve bu da çalgıyı çalınması zor bir hale getirecektir. Tüm tellerin yaklaşık aynı gerilimde olması çok daha iyi olur. Bunu yapabilmenin tek yolu, telin kütle/uzunluk oranını değiştirmektir (daha yüksek kütle yoğunluğuna sahip tellerin frekansı daha düşüktür) ve gerçekten de gitar telleri için yapılan şey budur. Çelik telli gitarlarda, teller tiz notalardan pes notalara doğru kalınlaşır. Oysa klasik gitarda bu ölçü değişikliği tellerin yoğunluğundaki değişim dolayısıyla karmaşıktır. Düşük yoğunluklu naylon teller $Mi_4$'ten $Sol_3$'e doğru kalınlaşırken yüksek yoğunluklu tel sargılı naylon teller $Re_3$'ten $Mi_3$'e doğru kalınlaşır.

Yukarıda gördüğümüz üzere çoğu gitardaki temel notalar Mi, La, Re, Sol, Si ve Mi'dir. (7, 8, 10 ve 12 teli olan gitarlar da mevcuttur ancak yaygın olmadıkları için burada değinmeyeceğiz). Dizinin diğer notaları tellerin perdelerin kenarına bastırılmasıyla elde edilir. Bu, telin boyunu kısaltarak temel frekansı artırır *(Şekil 82)*. Gitarın sapı boyunca tellere dik açıyla yerleştirilmiş genellikle metalden yapılma çok sayıda perde bulunur. Bunlarla ilgili fark edeceğiniz ilk şey eşit aralıklarla yerleştirilmemiş olduğudur. Bu aralıkların eşit olmayışı, müzik dizisinin notalarıyla ilişkilidir. Bir perdeye basarak daha kısa bir tel elde ettiğimizde temel frekansın, daha önce değindiğimiz eşit yedirimli dizinin notalarıyla (mümkün olduğunca yakın biçimde) eşleşmesini isteriz. Bu dizinin bir




**Şekil 82.** Bir gitar telini aşağı bastırmanın etkisi.




**Şekil 83.** Bir gitar üzerindeki perdelerin aralıklarını gösteren şema.

oktavı oluşturan 12 aralığı olduğunu ve yarım (veya yarı) adımların frekansları arasındaki oranın $r^{12}=2$ olduğunu görmüştük ki bu bize, r=1,0595 değerini verir. Buradan bize doğru diziyi verecek perde aralığını kolaylıkla belirleyebiliriz. Açık telin uzunluğunun 1 olduğunu varsayalım; ilk perde köprüden 1/1,0595 noktasında, ikinci perde $1/(1,0595)^2$ noktasında ve bu şekilde devam edecek noktalarda olacaktır. Özellikle on ikinci perde $1/(1,0595)^{12}=0,5$ noktasına, diğer bir deyişle uzunluğu 1 olan telin tam ortasına gelecektir. *Şekil 83*'te perdelerin aralıkları gösterilmektedir.

Tellerin enerjisi köprü aracılığıyla, daha önce ince ve esnek olduğunu ve bu yüzden kolaylıkla hareket ettiğini gördüğümüz, üst kapağa aktarılır. Buna karşılık üst kapak, gitarın gövdesi içindeki havanın Helmholtz olarak anılan temel rezonans ile titreşmesini sağlar. Aslında rezonans örüntüleri üst kapağın yüzeyinde oluşur ve bu örüntüler, gitarın yapısına ve yapımında kullanılan malzemelere bağlı olarak gitardan gitara farklılık gösterir. Gövde iş başındayken, kemanda olduğu gibi bir "rezonans kovuğu" olarak görev görür. Yaklaşık $3^{1/4}$ ila $3^{1/2}$ inç arasındaki dairesel bir delikten dış havaya ile temasa geçer.

## Elektrogitarlar

Şimdi elektrogitara dönüyoruz. Bu gitar elbette akustik gitara çok benzer. Sadece tellerin titreşimini yükseltmek için bir rezonans kutusu yerine yükseltici (amplifier) kullanır. Elektrogitarın gövdesi dolu ve şekillendirilmiş düz bir tahta olup, akustik bir işlevi yoktur. Bu gövde sadece telleri ve gitarın çalışması için gerekli olan elektriksel donanımı barındırır. Akustik gitar gibi elektrogitarda da bir mızrapla çalınan altı tel bulunur (çoğu modelde).

Tellerin altında iki veya daha fazla takımdan oluşan elektromanyetik "pikap" çelik tellerin titreşimini elektriksel sinyallere dönüştürür. Bu sinyaller de bir kablo ile yükselticiye verilir. En yaygın pikap tipi üzerine sıkıca bakır tel sarılmış olan mıknatıslardır. Bunlar, tellerin titreşiminin bobinler üzerinde küçük voltajlar yaratması bakımından bir jeneratörün çalışma ilkesini temel alır; bu voltajlar yükselticiye iletilir.

Çoğu gitarist, sesi bozunuma uğratan aygıtlar kullanır. Bunlardan en yaygın ikisi "fuzz box" ve "wah wah"tır. Fuzz box [vızıltı kutusu], sinyal dalga biçimlerinin tepelerini düzleştirir ve bu süreç içinde ilave harmonikler ekler. Bunun toplamdaki etkisi isimden de anlaşılacağı üzere sesi vızıltılı hale getirir. Wah-wah, üst harmonikleri yukarı aşağı periyodik olarak değiştirerek bir vauv-vauv sesi çıkarır.

## Gitar Virtüözleri

Son olarak gitar virtüözleri hakkında bir şeyler söylemeliyim. Tahmin edeceğiniz gibi gitaristler genellikle klasik müzikle ilişkili değildir. Andrés Segovia ve daha yakın tarihlerde Julian Bream ve John Williams gibi pek çok klasik gitaristin varlığına karşın, gitar ağırlıklı olarak popüler müziğin çalgısıdır. Hatta genellikle blues, rock and roll ve country müziğin solo çalgısıdır. Tüm ünlü gitaristleri anmaya kalkışmayıp, sadece seçtiğim birkaçına değineceğim. Country müziğin en ünlü gitaristi Chet Atkins'ti. İlginç biçimde ilk zamanlarında stilinin çok azına sahipti fakat 1939'da Merle Travis'i duyarak, onun parmak stilinden ilham aldı. Travis, işaret parmağını ezgiyi çalmak, başparmağını ise bas notaları çalmak için kullanıyordu. Atkins daha da ileri gitti ve ezgi için elinin ilk üç parmağını ve bas notalar için de başparmağını kullandı. Pek çok albümün kaydını yaptı ve ayrıca birçok ünlü grup ve şarkıcının arkasında çaldı. Daha sonra country müziği plak yapımcısı olarak önemli bir rol oynadı, sonradan ünlü olacak pek çok sanatçıyı keşfetti.

Rock and roll ve blues alanlarında kimse Jimi Hendrix'ten daha fazla hayranlık toplamamıştır. Birçokları, onun gelmiş geçmiş en iyi elektrogitarist olduğunu iddia etmektedir. Kesinlikle büyük bir yeteneği vardı ve gitar çalımına birçok yenilik getirdi. Wah-wah ve distortion gibi birçok efekti yoğun fakat estetik biçimde kullandı.

Listemde sıradaki isim Eric Clapton. Birçok farklı müzik türüne daldı fakat genellikle rock ve blues ile ilişkilendirildi. İlk zamanlarında The Yardbirds grubuyla anılıyordu fakat daha sonra Cream triosuna katıldı. Rock müziği üzerinde kırk yıla varan güçlü etkisi süregelmektedir ve en büyük gitaristlerden biri olarak kabul edilmektedir.

Son olarak "Blues'un Kralı" B.B. King'den söz etmeliyim. King, oyuk gövdeli Gibson gitarıyla çaldığı tek notalık sololarıyla ünlenmişti. Tonu "kadifemsi" olarak tasvir edilirdi ve "trilvari" vibratosuyla tanınmıştı. Gitarına "Lucille" lakabını takmıştı. Daha sonra Gibson şirketi, King'in gitarının adının verildiği (onun izniyle) "Lucille" adlı bir tasarımı pazarlamıştır.

# Bakır Üflemeler

## Trompet ve Trombon

Tüm zamanların en büyük trompetçisi olan Louis Armstrong'un *(Şekil 84)* hayata çetin bir başlangıç yaptığını söylersek abartmış olmayız. 1901'de New Orleans'ta doğduktan kısa bir süre sonra babası onları terk etmiş, annesi onu ve kız kardeşini anneannesinin yanına göndermişti. Maddi açından her zaman sıkıntıda olduklarından çok küçük yaşlarda çalışmaya başlamış; balıkçı teknelerini temizlemek, gazete ve el arabasında kömür satmak gibi işlerle uğraşmıştı. 12 yaşında ise yılbaşı gecesinde havaya ateş açtığı için bir ıslahevine gönderilmişti. İlginçtir, kornet ile burada tanışmış ve kısa süre içinde bu çalgıya âşık olmuştur. Korneti çalmaya okul yıllarında devam etti, birkaç ders almasına rağmen esas birikimini yerel müzisyenlerden edindi.

Hayatının ilk yıllarındaki pek çok elverişsizliğe rağmen kendini koruyarak hayata tutundu ve tüm zamanların en çok sevilen ve saygı duyulan caz müzisyenlerinden biri oldu. "When the Saints Come Marching In", "St. Louis Blues", "Stardust", "Ain't Misbehavin" ve "What a Wonderful World" gibi şarkıları dünya çapında üne kavuştu. 1964'te kaydettiği "Hello Dolly" doğrudan listelerin tepesine çıkarak onu 63 yaşında listelerde bir numaraya çıkan



**Şekil 84.** Louis "Satchmo [Çanta ağız]" Armstong.

en yaşlı insan yaptı. Yıllar boyunca pek çok sinema filminde oynadı ve Bing Crosby, Ella Fitzgerald, Earl Hines ve Jimmie Rodgers gibi tanınmış müzisyenlerle çalıştı.

Oynadığı pek çok filmi izlemiş olmama rağmen Louis Armstrong'u canlı olarak dinleyemedim. Ama yine de başka büyük bir trompetçi olan Al Hirt'ü dinleme zevkine erişerek "The Carnival of Venice" ve "The Flight of the Bumblebee" yorumlarından büyülendim. O da New Orleans'tandı ve trompet çalmaya 6 yaşında başlamıştı. Sanırım trompet, Bert Kaempfert'in "Wonderland by Night" adlı eserini dinledikten sonra en sevdiğim çalgılardan biri olmuştu. Bu beste ve "Cherry Pink and Apple Blossom White" hâlâ en beğendiğim trompet eserleridir.

Trompet en eski çalgılardan biridir. Antik dönem kayıtlarına göre Çinliler benzer bir çalgıya neredeyse M.Ö. 2000 yılında sahiptiler. Aynı zamanda trompet İncil'in çeşitli yerlerinde geçmektedir. Örneğin, Erika şehrinin duvarları trompetler çalınca yıkılmıştır. Yine trompet, M.Ö.400'de olimpiyatlarla bağlantılı olarak Yunanistan'da da kullanılmıştı.

İlk "trompetler" büyük olasılıkla hayvan boynuzlarından yapılmış borulardı. Ancak İsviçre'de ilk borular ağaçlardan yapılmış *çoban borularıydı (alphorn).* Bu uzun boruların boyu bazen beş metreye kadar ulaşabiliyordu *(Şekil 85)* ve sadece çok pes sesleri çıkarabilirlerdi. Çoban boruları akşam saatlerinde büyükbaş hayvanları ahıra çağırmak için kullanılmaktaydı ve bu yüzden bunların müzik çalgısı olarak değerlendirilebilmesi pek mümkün değildir. Boruların ancak metal ve metal işçiliğinin gelişimiyle birlikte pirinçten yapılmaya başlandı. Erken dönem kayıtlarına göre borazan olarak da adlandırılabilecek ilk pirinç boruları yapan M.Ö. 1500'lü yıllarda Mısırlılardır. Temel olarak bu borular, askeri amaçla kullanılıyordu.

Ancak erken dönem boruları günümüz trompetlerinden oldukça farklıydı. Pistonların keşfedilmesi, çalgı için bir devrim niteliğinde oldu. Pistonlu ilk trompet 1814 yılında Heinrich Stölzel tarafından Berlin'de yapılmıştı. Erken dönem trompetler sadece birkaç ses icra edebilirken pistonların devreye sokulması müzisyenlere kromatik dizide mevcut olan tüm sesleri çalabilme imkânı sunuldu. İlk pistonlu trompete flügelhorn ismi verilmişti.

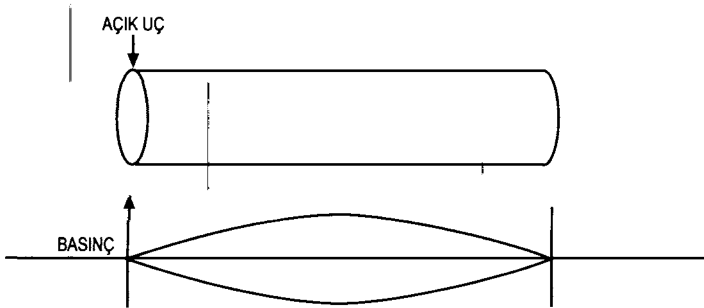


**Şekil 85.** Bir erken dönem İsviçre Çoban Borusu.

## Titreşen Hava Sütunları

Daha önce boruların içindeki titreşen hava sütunlarından bahsetmiştim ancak hafızanızı tazelemek için bu başlığı kısaca tekrarlayacağım. Gördüğümüz gibi burada iki durum söz konusudur: İki ucu açık ve bir ucu kapalı, bir ucu açık olan borular. Daha önce dikkatimizi çeken önemli noktalardan biri de bir boru içindeki titreşimin frekans değerinin borunun uzunluğuna dayalı olduğudur. Borunun boyu uzadıkça frekans azalır ve genellikle bu frekans borunun çapından bağımsızdır; tabii çap çok büyük değilse.

Borunun iki ucunun da açık olduğu durumda her iki uç da doğal olarak atmosferik basınç seviyesindedir ve borunun içinde bir dalga oluştuğu zaman bu basınçta kalmaları gerekir. Bu, uçlarda belirgin değişimlerin olamayacağı anlamına gelir. Fakat borunun içinde basınç farklılıkları oluşur ve bu farklılıklar iki ucundan sabitlenmiş titreşen bir telde oluşan değişimlerle benzerlik taşır. Esasında bu iki durumu bir şekil üzerinde aynı biçimde gösterebiliriz *(Şekil 86)*. Şekilde görüldüğü gibi açık uçlardan uzak konumlarda yüksek basınç değişiklikleri oluşurken, en yüksek değişim ise borunun merkezinde oluşmaktadır. Ancak şekildeki grafikte basıncın boru boyunca olan değişimi gösterilmiştir ve grafikte sadece en uç noktadaki basınç miktarları işaret edilmektedir. Genel olarak basınç, bu iki uç nokta değeri arasında değişmektedir. Eğer bu durumu titreşen tel olayı ile karşılaştırırsak, telin en uçtaki basınç değerlerine sadece çok kısa zaman dilimlerinde ulaşabildiğini,



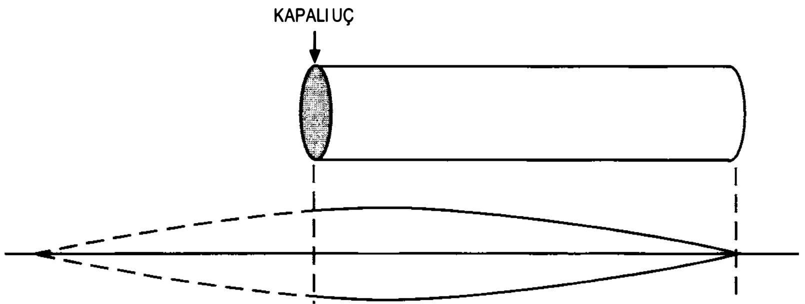

**Şekil. 86** İki ucu açık bir borudaki dalgalanma.

diğer zamanlar ise bu iki uç değer arasında ileri geri dalgalandığını söyleyebiliriz. Aynı şekilde, borudaki basınç değerleri de ileri geri bir dalgalanma içindedir.

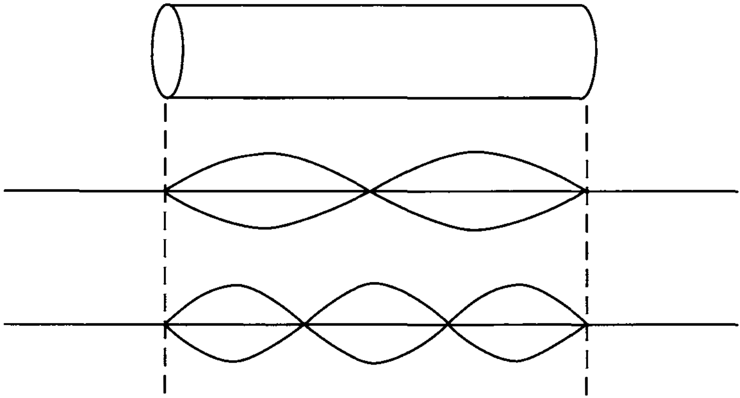
Tabii ki trompet gibi bakır çalgıların iki açık ucu yoktur. İcracının dudaklarını çalgının bir ucuna yerleştirmesi, borunun bir ucunu kapalı diğerini de açık hale getirir.

O yüzden bu durumu tekrar inceleyelim. *Şekil 87*'de görüldüğü gibi bu durum oldukça belirgin bir değişimi bünyesinde taşır. Artık kapalı uçtaki basınç sadece hava basıncı ile sınırlanmamaktadır ve aslında en ciddi basınç sapmaları burada yaşanır. Şekilde gördüğümüz üzere bu durumdaki dalga boyu, iki ucu açık durumda ortaya çıkan dalga boyunun iki katıdır *(Şekil 86)*. Dolayısıyla bu durumda frekans daha düşüktür. Aslında kapalı uç, açık uca göre frekans değerinde bir oktavlık (2:1) bir düşmeye sebebiyet verir. Esas değişim ise kapalı uçta, yani icracının dudaklarındadır. İcracının dudakları hızla titreşmektedir ve tabii ki borudaki titreşimleri bu hareketler sağlar. (Bu konuyu ileride daha detaylı inceleyeceğiz.)

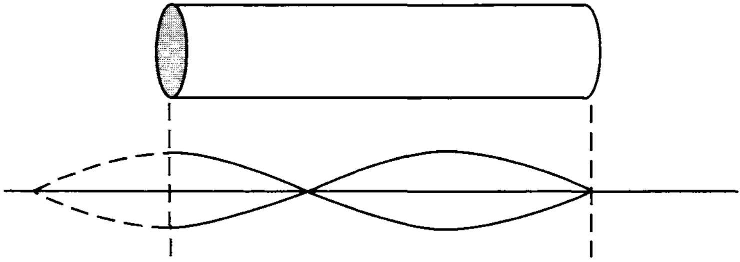
*Şekil 87*'de sadece bir dalga boyunun dörtte birini görüyoruz ancak doğuşkanlar ve daha yüksek harmonik sesler gibi daha yüksek dalga biçimlerinin oluşabildiğini de bilmekteyiz. En pes olanı, yarım dalga boyu miktarındaki temel ses iken borunun uzunluğu boyunca iki, üç, dört ve daha fazla dalga boyunun yerleşebildiği titreşimlerin mevcut olduğu durumları da görebiliriz. Özellikle ilk




**Şekil 87.** Bir ucu kapalı borudaki yarım dalga boyu.



**Şekil 88.** İki ucu açık boruda ilk ve ikinci doğuşkanlar.



**Şekil 89.** Tek ucu kapalı bir boruda ilk doğuşkan.

üst tonun temel sesin iki katı, ikinci üst tonun temel sesin üç katı olması gibi bir ilişkiyi teşhis ederiz *(Şekil 88)*. Bu, ortaya bir harmonik seri çıkarır. Eğer bu açık uçlu boruyu, bir ucu kapalı olan bir boru ile karşılaştırırsak bir ucu kapalı borudaki birinci doğuşkanın dalga boyunun aynı boru için daha uzun olduğunu görürüz. Aslında bu fark yarım dalga boyuna denk gelmekteyse de iki durum arasında dalga boylarında değişiklik olmuştur *(Şekil 89)*. Kısacası, açık durum için iki döngümüz varken kapalı durum için bir buçuk döngümüz vardır. Dolayısıyla kapalı borunun içinde oluşan bütün dalganın sadece üçte ikisi mevcuttur. Bu yüzden açık uçlu boruda oluşan dalganın frekansı, temel frekansın üç katıdır ve bu da ikinci harmoniğin olmadığı anlamına gelir.

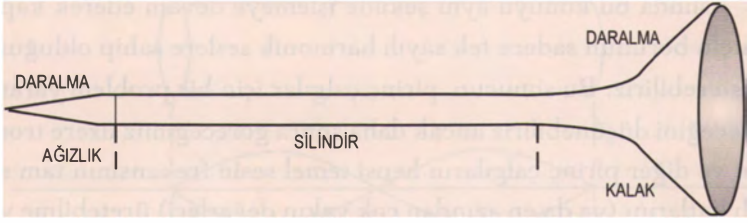
Aslında bu konuyu aynı şekilde işlemeye devam ederek kapalı uçlu borunun sadece tek sayılı harmonik seslere sahip olduğunu gösterebiliriz. Bu sonucun, pirinç çalgılar için bir problem yaratabileceğini düşünebiliriz ancak daha sonra göreceğimiz üzere trompet ve diğer pirinç çalgıların hepsi temel sesin frekansının tam sayılı katlarını (ya da en azından çok yakın değerleri) üretebilme yetisine sahiptir. Yukarıdaki kısımda düzgün silindirlerle ilgilenmemize rağmen pirinç çalgılar, çap uzunluğunda böylesi bir düzgünlüğü içermemektedir. Bu çalgılarda hava sütununun bir kısmı gittikçe incelir ve bu incelmenin harmonik seslerde büyük etkisi görülmektedir.

## Silindirler, Kalaklar ve Ağızlıklar

Tuba çalgısı istisna olmak kaydıyla tüm bakır üfleme çalgılar üç ayrı bölümden oluşur: Bir ağızlık, silindir yapısında bir kısım ve bir kalak *(Şekil 90)*. Bu bölümlerin her biri çalgının akustiğini etkiler. Örnek olarak trompeti ele alalım. Şimdilik trompetin üç pistonu olduğunu göz ardı edelim ve onu bir boru olarak düşünelim (şekilde gösterildiği gibi). Si-bemol trompette (trompet çeşitlerinin en yaygın olanıdır) temel sesin frekansı 115 Hz civarındadır. Bu frekans icra edilebilmek için çok pes olsa da doğuşkanlara bağlı olarak önemli bir rol üstlenir. Aşağıda gösterildiği gibi doğuşkanlar temel sesin tam katlarından oluşur.

| Doğuşkan | Frekans |
|---|---|
| 1 | 2x115=231 Hz |
| 2 | 3x115=346 Hz |
| 3 | 4x115=455 Hz |
| 4 | 5x115=570 Hz |
| 5 | 6x115=685 Hz |

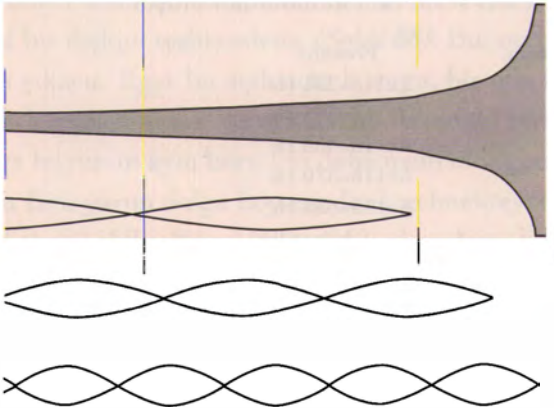
Trompetin toplam uzunluğu 140 cm'dir, dolayısıyla bir ucu kapalı olan 140 cm'lik bir boruyu ele alalım: Gördüğümüz gibi çınlayan frekanslar bu durumda 62 Hz olduğu gösterilebilecek olan ($v = \lambda f$ formülünü kullanarak) temel ses frekansının tek katlarından oluşurlar. Bundan dolayı yukarıda listelenen trompet frekanslarına yakın bile olmayan 62, 186, 310, 434, 558 ve 682 Hz'lik bir har-



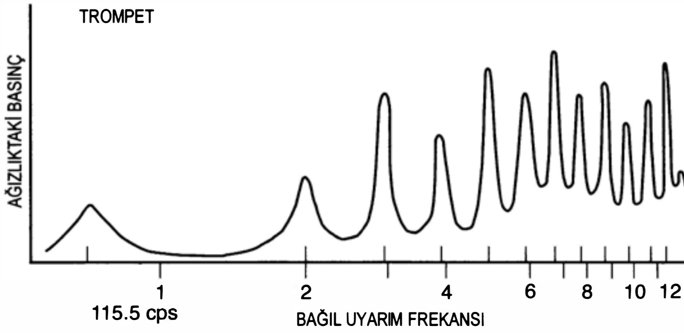

**Şekil 90.** Bir bakır üflemeli çalgının üç ana parçası.

monik seri elde ederiz. Bunun sebebi, daha önce de ifade ettiğim gibi, trompetin bir kısmının silindir olmasına rağmen gittikçe daralan bir ağızlığa ve kalağa sahip olmasıdır ki bu durumun da dikkate alınması gerekir.

Öncelikle kalak kısmını değerlendirelim. Kalağın ses üzerinde ciddi bir etkisi vardır ve bu parçanın şekli ile daralma özelliği bu durumda kritik bir rol üstlenmektedir. Örneğin, bu kademeli daralma özelliği çalgının tüm uzunluğu boyunca devam etseydi ortaya sadece bir megafon çıkardı ve çalgı içinde hareket eden dalgaları doğrudan kalaktan dışarı çıkacağından dolayı hiçbir duran dalga (bu megafonun bir çalgıya dönüşmesi için gereklidir) oluşmazdı. Öte yandan borunun hiç genişlemesi olmasaydı, tüm dalgaları yansıtacağından dolayı hiçbir dalga açık uçtan dışarı çıkma imkânı bulamazdı. Yine bu yüzden sesi duymamız da mümkün olmazdı.



**Şekil 91.** Bir bakır üflemeli çalgının kalak ucundaki dalgaları.




**Şekil 92.** Bir trompetin rezonans serisi.

İstediğimiz, uzunluğu boyunca duran dalgalar yaratabilen ancak aynı zamanda ses enerjisinin bir kısmının açık ucundan dışarı çıkmasına izin verebilecek bir kalaktır. Trompette ses enerjisinin büyük kısmı duran dalga biçimindedir fakat az bir miktar enerji kalaktan açık havaya "sızar". Bunun olabilmesi için de kalak kısmının belli bir biçimde daraltılması gerekmektedir. Kalağın sonuna doğru bir düğüm noktası mevcuttur ve bu noktanın konumu trompetin içindeki dalganın dalga boyu değiştikçe farklılaşır. Dalgalar bu noktadan yansıtılmaktadır. Analizler, bu düğüm noktasının kalağın genişleme hızının dalga boyundan daha yüksek olduğu bir konumda oluştuğunu gösteriyor. Dolayısıyla bu nokta düşük frekanslarda kalağın iç kısmına doğru daha gömülmüş durumdayken, yüksek frekanslarda uç kısma daha yakın oluşmaktadır *(Şekil 91)*.

Aynı şekilde ağızlık da frekansları etkiler. Ağızlıklar borunun uzunluğunu arttırarak tüm frekanslarda düşüş sağlar. Yüksek frekanslarda ise ağızlığın kendi rezonans frekansları vardır ve bunlar borunun etkin uzunluğuna eklenir. Aslında frekans yükseldikçe, boru (ve buna eklenen ağızlık kısmı) da uzar.

Dolayısıyla hem kalak hem de ağızlık harmonikleri etkiler ve etki öylesine büyüktür ki harmoniklerin sadece tek katları yerine yaklaşık olarak tam sayılı katların tümünü elde ederiz.

Trompetin rezonans serisi *Şekil 92*'de görülmektedir. Bu yapı icracıya $Do_4$, $Sol_4$, $Do_5$, $Mi_5$, $Sol_5$ ve daha tiz birkaç ses çalabilme

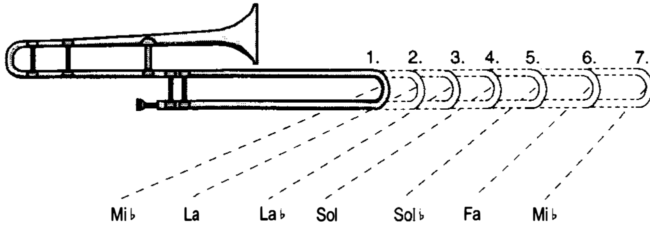
imkânı verir. Bu sesler borazanla icra edilebilen seslerdir ve bundan dolayı tüm askeri eserler (yat borusunu hatırlayın) bu birkaç notadan oluşur. Fakat bir topluluk üyesi veya solist olarak icra yapan müzisyenler için aradaki notaları da çalabilmek, başka bir deyişle kromatik diziyi icra edebilmek önem arz etmektedir. Bu özellik aynı zamanda trombon ve diğer bakır üflemeli çalgılar için de geçerlidir. Bu seslerin nasıl elde edildiğini bulmak için isterseniz önce trombon örneğini ele alalım.

## Sürgüler ve Trombon

Gördüğümüz gibi herhangi bir bakır üflemeli çalgıdaki harmonik frekanslar çalgının içindeki hava sütununun uzunluğu ile belirlenir. Bu sütunun uzunluğunu değiştirmek, frekansları değiştirmek demektir ve bu şekilde $f_2$, $f_3$ ve daha yüksek frekanslar ($f_1$ olağan aralığın altındadır) arasındaki boşlukları elde etmek için bir köprü kurabiliriz. Trombonda bu rezonans frekansları arasında altı adet yarım ses vardır ve bu yüzden bu ara sesleri elde edebilmek için altı değişik uzunluk aracılığıyla köprü kurmamız gerekir. O yüzden problemimiz bu ek uzunlukların ne olması gerektiği sorusunu cevaplayabilmektir. Trombonda bir sürgü aracılığıyla ek uzunluklar eklememiz mümkündür (aslında bu bir U borusu ya da U *sürgüsüdür ve kendi içinde* ikiye katlanmıştır).

Sürgünün en kısa pozisyona getirildiğini varsayarak başlayalım. Bu pozisyonda trombon çınlayan frekanslarını 116, 174, 233 ve 292 Hz'te elde eder. Frekansı yarı yarıya indirebilmek için uzunluğu %6 kısaltmamız gerekir. Borunun en kısa pozisyonundaki uzunluğunun 270 cm olduğunu varsayalım. Bu boyut tipik bir trombon için geçerlidir. Frekansı yarıya düşürmek için uzunluğa (270 x 0,06) 16 cm'lik bir ek yapmamız gerekir fakat sürgü ikiye katlanmış olduğu *için* (U *borusu* şeklinde), 8 cm'lik bir uzama yeterli olacaktır. Bu pozisyonda söz konusu değişiklik ile yeni rezonans frekans ailesi 110, 165, 220 ve 277 Hz'lik değerlerle elde edilecektir.

Yeni uzunluk (270+16=286) şimdi 286 cm olmuştur. Frekansı bir kez daha yarıya düşürebilmek için yeni bir %6 eklemeliyiz ki



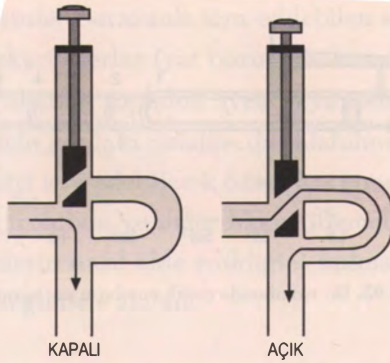

**Şekil 93.** Bir trombonda çeşitli notaların pozisyonları.

bu değer de (286 x 0,06) işlemiyle 17 cm olarak bulunur. Bu demektir ki sürgüye 8,5 cm'lik yeni bir ek yapılmalıdır. Bu işlemle yeni bir çınlayan frekans kümesi elde etmiş oluruz. Bu şekilde devam ederek kromatik dizide $f_2$ ve $f_3$ rezonans frekansları arasına düşen tüm notaları elde etmiş oluruz. Dolayısıyla dizideki tüm notalar sürgüyü *Şekil 93*'te görüldüğü gibi çeşitli pozisyonlara ilerleterek elde edilebilir.

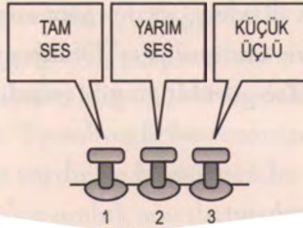
## Pistonlar ve Trompet

Trompet örneğinde hava haznesinin boyunu uzatmak için sürgü yerine onlardan biraz daha karmaşık olan pistonlardan istifade edilir. Tek bir piston tabii ki bu hazneyi uzatmak için kullanılabilir ancak daha önce çalgı üstünde de üç pistonun kullanılmasının daha iyi sonuç verdiği gösterilmişti. Tıpkı trombon örneğinde olduğu gibi $f_2$ ve $f_3$ temel seslerinin arasındaki sesleri elde etmek için hava haznesinin genişletilmesi gerekir. Bu yüzden pistonlar, hava sütununun toplam uzunluğunu yükseltebilmek için U şeklinde küçük borulara bağlanmıştır. Piston basılı değilken hava trompetin içine doğrudan girer fakat piston itildiğinde hava, hava haznesinin diğer kısmına doğru yolculuğuna devam etmeden *Şekil 94*'te görüldüğü üzere tekrardan U boruya yönlendirilir.

Bütün pistonlar basılı olmadığı (yukarıda olduğu) durumda trompetin içindeki hava sütununun toplam uzunluğunun yaklaşık 140 cm olduğunu varsayacağız. Tıpkı trombonda olduğu gibi ihtiyaç duyulan ek uzunlukları hesaplayabiliriz. Yine ilk ses için



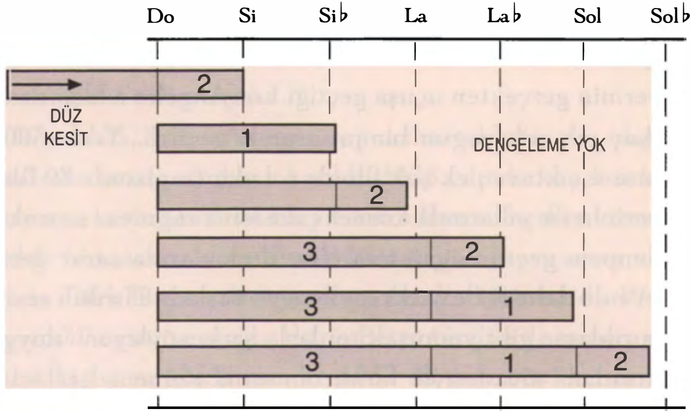

**Şekil 94.** Bir trompetin içindeki pistonların kesiti.




**Şekil 95.** Bir trompetteki üç piston. İlk piston frekansı bir tam ses, ikincisi ise yarım ses düşürür.

%6'lık bir artış gerekir ve bu (140 x 0,06) 8,4 cm'lik bir uzunluğa denk gelir. Orta piston aracılığıyla yapılan bu uygulama frekansı yarım ses düşürür *(Şekil 95)*.

Bir tam seslik değişim içinse %12 oranında bir artış gerekir ve bu (140 x 0,12) 16,8 cm'lik bir farka denk gelir ki bu durumda sesi bir tam ses pesleştirebilmek için 16,8 cm'lik ek bir uzunluğa ihtiyaç vardır. Ancak maalesef üç pistonlu durumla ilgili bir sorun söz konusudur. Bir pistonun hava haznesine eklediği miktarın diğer pistonların pozisyonlarından bağımsız olması gerekirken durum öyle değildir. Örneğin, birinci piston tarafından üretilen ek uzunluk ikinci veya üçüncü pistonların basılı durumda olup olmamalarına göre cüzi bir değişim gösterir. Bunun yanında üçüncü pistonun frekansı üç yarım ses oranında düşürdüğünü biliyoruz fakat




**Şekil 96.** Trompete eklenen uzunluklar değişik seslerin çıkmasını sağlar.

birinci ve ikinci pistona birlikte basılması da aynı miktarda düşme sağlar ancak maalesef bu iki düşme oranı tam olarak birbirleriyle örtüşmemektedir. Bu yüzden U borularının "kıvrımlarında" *Şekil 96*'daki şemada gözüktüğü gibi ufak ayarlamaların ve düzeltmelerin yapılması gerekir. Dolayısıyla müzisyenlerin çalgılarını akort etmesine olanak sağlayabilmek için küçük ayarlanabilir pistonlar da sisteme katılmıştır.

## Ünlü Trompetçilerden Bir Seçki

Bu bölümün başında en büyük trompetçilerden olan Louis Armstrong ile ilgili kısa bir giriş yapmıştık. Armstrong kariyerine Mississippi Nehri'ni yukarı aşağı turlayan nehir gemilerinde çalarak başlamıştı. Fakat kısa sürede New Orleans'taki imkânların darlığını fark ederek buradan ayrıldı ve Joe "King" Oliver'ın orkestrasına katılmak üzere caz müziğinin merkezlerinden biri olan Chicago'ya gitti. Orada pek çok kayıt yapmasına rağmen kısa süre sonra New York'un kendisini çağıran cazibesine dayanamayarak, o günün en ünlü Afro-Amerikan orkestrası olan Fletcher Anderson Orkestrası'nda çalmak üzere bu kente gitti. New York'ta sadece bir yıl kalarak Chicago'ya döndü. O tarihlerde Armstrong çok sayıda kayda imza atarak tanınılırlığını arttırıyordu. Esasın-

da 1929 yılı itibarıyla müzik dünyasında yıldızlaşan Louis Armstrong, kısa bir süre sonra kendi orkestrasını oluşturdu. 1930 yılında kariyerinin gerçekten uçuşa geçtiği Los Angeles'a taşındı. Sonraki birkaç yılı çok yoğun bir programla geçirdi. Yılda 300'den fazla konsere çıktı ve pek çok filmde rol aldı (toplamda 30 film).

Kariyerinin ilk yıllarında kornet çalmasına rağmen, sonraki yıllarda trompete geçti. Güçlü icra tarzı dudaklarına zarar verince, konserlerinde daha fazla şarkı söylemeye başladı. Hırıltılı sesi, dönemin mırıldanır gibi yumuşak tonlarla şarkı söyleyen "duygusal şarkıcılarından" ziyadesiyle farklı olmasına rağmen, şarkıcı olarak şöhreti çok hızlı bir biçimde trompetçiliğinden gelen şöhretine ulaştı. Hiçbir anlam ifade etmeyen sözcük ve hecelerin kullanıldığı ("bippity-doo-wop-bee-bop" gibi) "scat singing" isimli bir şarkı söyleme tarzını topluma tanıttı. Bu tarz daha önce sınırlı bir biçimde Al Jolson gibi sanatçılar tarafından da kullanılmıştı. Bing Crosby, Armstrong'dan etkilenen pek çok şarkıcıdan biri olarak "scat" tekniğini sıklıkla kullanmıştı.

Diğer bir trompetçi de New Orleans'lı Al Hirt'tir. Trompet çalmaya çok erken yaşta başladı ve kısa sürede New Orleans Polis Merkezi Çocuk Orkestrası'nda yer alma imkânı buldu. 1940 yılında, 16 yaşındayken Cincinnati Konservatuvarı'nda öğrenim görmek üzere profesyonel icracılık kariyerine ara verdi. İkinci Dünya Savaşı'nda orduda borazancı olarak görev yaptı. Savaştan sonra içlerinde Tommy Dorsey, Jimmy Dorsey ve Benny Goodman'ın orkestralarının da olduğu pek çok tanınmış orkestrada görev yaptı. Sonunda New Orleans'a dönerek kendi orkestrasını oluşturdu. 1950-1960 yılları arasında pek çok albümü pop listelerine girdi. Toplamda 22 albüm yaparken, "Java" adlı single'ı listelerin zirvesine çıkarak ona, Grammy ödülünü kazandırdı.

İkinci Dünya Savaşı yıllarının en ünlü trompetçilerinden biri de Harry James'ti. Tıpkı Louis Armstrong gibi James'in kariyerinin ilk yılları da sıra dışıydı. Hem annesi hem de babası sirkte çalışıyordu; babası bando şefi, annesi ise trapezciydi. Trompet çalan babası, Harry çalgıyı tutabildiği andan itibaren onu trompete baş-

latmıştı ve küçük Harry kısa bir süre sonra sirk bandosunda çalmaya başladı. O kadar hızlı ilerledi ki henüz lisedeyken pek çok konserin yıldız solisti oydu.

1936 yılında, kitlelerin ilgisine mazhar olduğu yer olan Benny Goodman'ın orkestrasına katıldı. 1938 yılında kendi orkestrasını kurmaya karar verdi ve bir yıl sonra hemen hemen kimsenin tanımadığı bir şarkıcı olan Frank Sinatra'yı orkestrasına aldı. Daha sonra Dick Haymes'i de şarkıcı olarak ekibine aldı. 1940'larda Hollywood'a gitti ve orada aktris Betty Grable ile tanışıp evlendi.

Tabii ki bu saydıklarımız dışında da çok büyük trompetçiler vardır. Dizzy Gillespie olağanüstü tekniğiyle çok meşhur olmuştu. Muhtemelen Bobby Hackett, Red Nichols ve Jimmy McPartland'ı yetiştiren Bix Beiderbecke bu trompetçilerin en büyüğüydü. Beiderbecke'nin en sevilen parçalarından biri "Singing the Blues"-du. New Orleans'lı Wynton Marsalis ise yaşayan trompetçilerin arasında en tanınmış olanıdır.

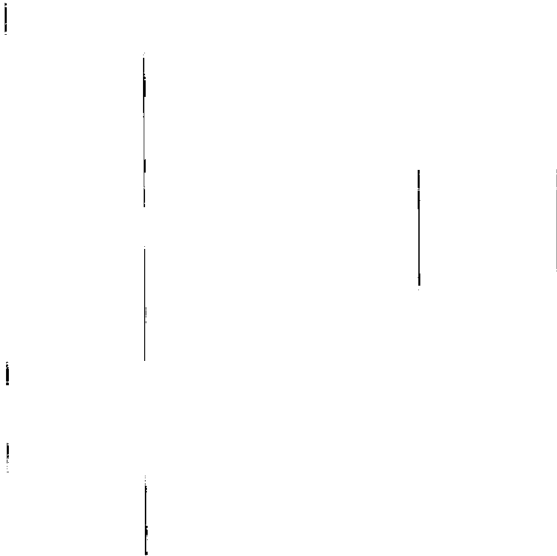
Trompet klasik müzikte de çok önemli bir rol oynamıştır. Bu çalgı için yazılan en ünlü klasik müzik eserleri arasında Franz Haydn'ın Trompet ve Orkestra için Mi-Bemol majör konçertosu, Paul Hindemith'in Trompet ve Piyano için Sonatı ve Alexander Arutiunian'ın Trompet ve Orkestra için La-Bemol majör konçertosu sayılabilir.

## Diğer Bakır Üfleme Çalgılar

Tabii ki bunlardan başka aralarında kornet, korno, tuba ve suzafonun da olduğu pek çok başka bakır üfleme çalgı mevcuttur. Trompet genelde bakır üfleme çalgılar ailesinin "sopranosu" olarak değerlendirilir. Kornet, ortak bir frekans alanına sahip trompete çok benziyorsa da daha az doğuşkana sahip olduğu için trompet kadar parlak veya "bakırımsı" değildir. Bu çalgılardan birini çalabilen müzisyen diğerini de çalabilir. Bazı müzisyenler korneti, bazıları trompeti tercih eder. Örneğin, Bix Beiderbecke, Bobby Hackett ve Red Nichols korneti seçerken, Louis Armstrong, Al Hirt ve Harry James ise trompeti seçmişlerdir.

Korno, sahip olduğu büyük boru demetleriyle rahatlıkla ayırt edilebilir. Çalgının frekans alanı $Si_1$ ve $Fa_5$ sesleri arasında değişirken, hava kolonunun uzunluğu ise 325 cm'dir. Trompetten farklı olarak dönen piston olarak adlandırılan ve küçük bir tuş ile idare edilen bir piston sistemini kullanır. Kornonun ağızlığı diğer bakır üflemeli çalgılarda kullanılanlar gibi fincan şeklinde olmayıp, dudak kısmından arka deliğe doğru aşamalı ve yumuşak bir geçişe sahiptir.

Tubanın ses alanı, çeşidine göre değişmektedir. Örneğin, Mi-bemol tuba $Mi_2$'den $Si\flat_4$'e kadar bir ses alanını kapsar. 536 cm'lik bir hava sütunu vardır ve bakır üflemeli çalgılar ailesinin en pes sesli üyesidir. Son olarak askeri orkestralarda gördüğünüz büyük çalgı olan suzafon ise tubanın taşınabilir bir çeşididir. Ses aralığı $Do_1$'den $La_3$'e kadar değişir



# Ağaç Üflemeler

## Klarnet ve Saksafon

On yaşında filandım, ara sıra komşularımızdan birinin evinden müzik sesleri geldiğini duyardım. Sanki bir çalgı icra eder gibiydi ama duyduğum bu çalgının hangisi olduğuna dair en ufak bir fikrim yoktu. Ne zaman onu çalarken duysam, çitlerin üzerinden bahçesine doğru sarkarak kulak kabartırdım. En sonunda bir gün beni camdan görüp, evine davet etti. Evden içeri girdiğim anda çalgıya baktım ama yine de ne olduğuna dair bir fikrim yoktu. Çalgı, yan taraflarında çok sayıda aygıta sahip bukleli bir boru gibi gözüküyordu. Komşumuz, bana, bu çalgının bir saksafon olduğunu söyledi. Bana, çeşitli eserler çaldı ve ayrıca kendisinin küçük bir orkestrada çaldığını da söyledi. Sanırım bu tecrübenin üzerimde pek güçlü bir etki bıraktığını söylememe gerek yok.

Saksafon ve klarnet en popüler iki ağaç üfleme çalgıdır ve her ikisi de caz orkestralarında, hatta rock 'n roll gruplarında yoğun olarak kullanılır. Klarnet ilk defa *The Benny Goodman Story* adlı filmi izleyince dikkatimi çekmişti. Özellikle hatırladığım bir sahnede Goodman, orkestrayı yönetirken klarnetini de çalıyordu. Arkasındaki pist dans eden çiftlerle doluydu fakat herkes Goodman'ın

icrasını izlemeye ve dinlemeye başlayınca dans bir anda durmuştu. Goodman arkasını dönüp bu durumu görünce şaşırmıştı.

Buna benzer bir olay 1935 yılında Los Angeles'taki Palomar Balo Salonu'nda gerçekten yaşanmış. Bu mekânda çıktıkları ilk günlerden birinde Goodman ve orkestrası klasik eserlerini icra ediyormuş fakat zaman ve tercihler değişmekte olduğundan müşterilerin bu parçalara tepkisi gayet soğuk olmuş. Orkestranın üyelerinden ünlü davulcu Gene Krupa sonunda Goodman'ı bir köşeye çekerek, "Benny, nasıl olsa öleceğiz, o yüzden gel kendi müziğimizi çalarak ölelim" demiş. Krupa, "kendi müziğimiz" derken kastettiği, sonradan "swing" olarak adlandırılacak yeni bir müzik türüydü. Bu müzik, çok daha hızlı bir tempoda ve caza benzer bir içerikteydi. Benny, bu fikri onaylamış ve orkestra yeni swing parçalarını çalmaya başlamış. Sonrasında ise pisti dolduranlar gülümsemeye başlamış hatta bir kısmı dansı bırakıp alkışlarla tempo tutmaya koyulmuş. En sonunda hepsi dans etmeyi bırakarak orkestranın etrafında toplanmış ve müziği dinlemeye başlamışlar.

Yeni ve daha yüksek tempodaki bu müziğin ilk çıktılarından biri "swing dansı" olarak adlandırılan yeni dans tarzıdır. Bu tarz çok hızlı biçimde rağbet gördü ve bu dansa olan ilgi hemen yaygınlaştı. Birkaç gün içinde gazeteler bu yeni müzik ve dans çeşidine dair hikâyelerle dolup taştı ve böylelikle "Swing Dönemi" başladı.

## Bir Ses Elde Etmek

Ağaç üfleme çalgılar klarnet ve saksafonun yanında flüt, obua, fagot ve flavta gibi başka çalgıları da içerir. Burada bahsedilen çalgıların flüt ve saksafonu da içeren pek çoğu metalden yapıldığı için "ağaç üfleme çalgılar" yanlış bir isimlendirme olarak gözükebilir ancak bu çalgıların pek çoğunun ilk halleri tahtadan yapılmıştı. Her neyse biz en iyisi bu çalgılardan nasıl ses çıkarabileceğimize bakalım. Böylesi bir sesi üretebilmenin en kolay iki yolu bir şişenin uç kısmını (veya şişeye benzer bir şeyi) veya bir kamışı üflemek olarak özetlenebilir. Bir mukavva parçası en basit kamışlardan biri olabilir eğer bu mukavvayı ağzınıza götürüp üflerseniz titreşen bir ses elde edersiniz. Şu

an bu ses, müzikle pek bağlantılı görünmese de bir kamışı üflemenin, ses çıkarmanın en önemli yollarından biri olduğunu göreceğiz.

Eğer yukarıda sayılan durumlarda üretilen sesleri dikkatlice dinlerseniz, ortaya çok saf bir ses çıkmadığını görürsünüz. Çıkan ses pek çok değişik sesin karışımı olarak duyulan ve hakikaten de çeşitli dalga boylarına sahip dalgaların kaotik bir sıralaması olan bir yapıdır. Bu yüzden söz konusu ses üretim teknikleri, müzik değerine sahip bir ses için gerekli olan duran dalgalar üretmede fazla başarılı olmamış gibi gözükebilir. Ancak bu dalgalara, iki ucu açık veya bir ucu kapalı diğer ucu açık borularda ne olduğunu izlerseniz, durumun böyle olmadığını fark edersiniz. Örneğin, borunun bir ucu kapalıysa dalga dizisi kapalı uca doğru hareket edip oradan yansıtılacaktır. Aslında bu dalgalar boruda ileri geri hareket etmeye devam edecek ve bu hareket devam ettikçe değişime uğrayacaklardır. Daha önce gördüğümüz gibi her boru temel bir dalga boyuna sahiptir ve dalga dizisindeki dalgaların bir kısmının bu temel dalgaya benzer olması muhtemeldir. Dalgalar ileri geri hareket ettikçe temel dalgaya yakın olanlar gelişecek, diğerleri ise zayıflayacaktır. Bu sürecin sonunda da temel dalga boyuna eşit bir duran dalga elde etmiş olacağız.

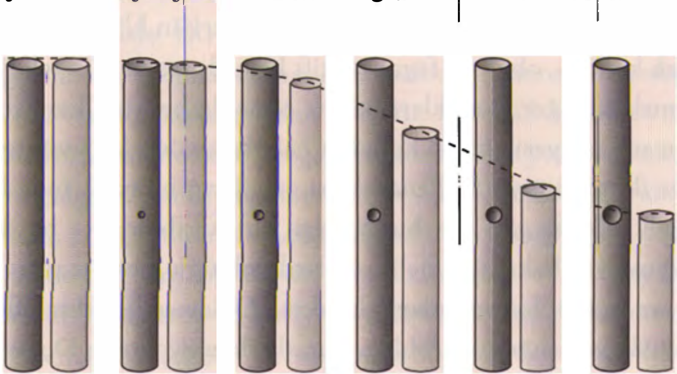
Bu iki ses tipi, ya bir ucun ya da bir kamışın üflenmesiyle elde edildikleri için uç sesleri veya kamış sesleri olarak isimlendirilmektedir. Kamış sesleri tekli veya çiftli kamışlardan üretilebilir. Tabii ki duran dalgalar her iki şekilde de üretilebilme imkânına sahiptir. Örneğin, flüt bir uç sesi kullanırken klarnet ve saksafon tek kamışlı, obua ve fagot ise çift kamışlı ses üretim teknikleri kullanırlar. Diğer özellikleri benzer olmakla beraber kamışlı çalgıların ses seviyesi uç sesi kullanan çalgılara göre daha yüksektir.

Her iki tekniği de kullanarak bu çalgıların bünyelerinde bakır üflemeli çalgılar gibi bir duran dalga oluşturabiliriz ve bu duran dalganın aynı bakır üflemeli çalgılarda olduğu gibi bir temel frekansı ve çeşitli doğuşkanları olacaktır. Dolayısıyla bakır üflemeli çalgılarda yaşadığımız problem burada da mevcuttur: Doğuşkanlar sadece ses dizisindeki birkaç sesi sağlar ancak tüm diziyi elde edebilmek için daha fazla sese ihtiyacımız vardır.

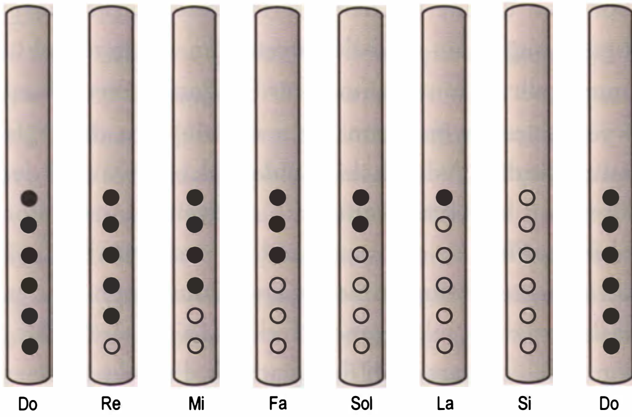
## Boşlukları Doldurmak: Bir Dizi Elde Etmek

Bir ses dizisi elde etmek için geçmek durumunda olduğumuz aşamalar çalgının oyuk yapısı ile ilintilidir. Flütün düzgün bir borusu ve iki açık ucu vardır. Klarnetin de oyuğu düzgün olmakla beraber daha önce gördüğümüz gibi bir ucu açık diğeriyse kapalıdır. Fakat saksafona üstünkörü bir bakış bile oyuğunun düzgün olmadığını görmek için yeterlidir. Oyuğun genişliği ucuna doğru belirgin bir artış gösterir. Kısacası bir ucu kapalı, diğeri açıktır ve oyuk bir uca doğru incelme gösterir. Obua ve fagotun oyukları da aynı şekilde incelmektedir.

Varsayalım elimizde düzgün bir boru var. Bu borunun temel frekansına ve doğuşkanlarına dayanarak bir dizi duran dalga üretebiliriz. Bu üretim diyatonik dizinin birkaç sesini bize kazandıracaktır ancak acaba diğer sesleri nasıl elde edebiliriz? Eğer iki ucu da açık olan bir borumuz varsa biliyoruz ki bunun içine yarım bir dalga boyu sığar ve dolayısıyla bu dalga boyu, bu boru için temel sesi verir. Şu an yapmak durumunda olduğumuz ise borunun içindeki seslerin frekanslarını yükseltebilmek için borunun "etkin" uzunluğunu düşürebilmektir. Bunu nasıl yapabiliriz? Bunu gerçekleştirmenin en doğal yolu, borunun üzerine bir delik delmektir. Eğer bu delik haddinden fazla küçükse boru üstündeki etkisi çok az olur ancak orta büyüklükteyse borunun içindeki dalganın dalga boyunu, dolayısıyla frekansını değiştirir. Somut olarak bu delik



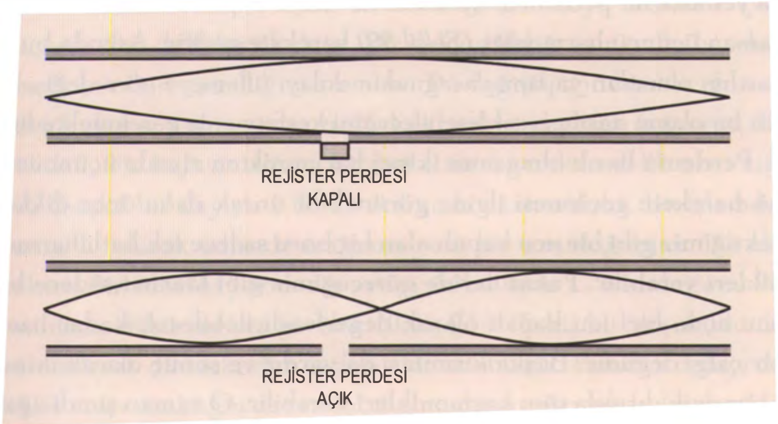
**Şekil 97.** Bir borudaki delik büyüklüğünü arttırmanın dalga boyu üzerindeki etkisi. Her boru çiftinde, sağ tarafta olan "deliksiz" eşdeğer borudur.




**Şekil 98.** Açık uçlu bir boruda çeşitli delikleri tıkayarak dizideki tüm sesleri elde edebiliriz.

tam da istediğimiz şeyi yaparak boruyu daha kısa bir boruya (deliksiz) eşdeğer hale getirmiştir.

Şimdi belirli bir uzunluğa sahip pek çok borumuzun olduğunu ve bu borulara tam orta noktalarından boyutları aşamalı olarak artan delikler deldiğimizi varsayalım *(Şekil 97*'deki gibi). "Eşdeğer borunun" (aynı dalga boyunu üretebilecek deliksiz bir boru) gittikçe kısaldığını ve en sonunda delik yaklaşık olarak borunun çapına ulaştığında ise eşdeğer borunun uzunluğunun tabandan gerçek boruya açılan deliğin hizasına eşit olduğunu görürüz.




**Şekil 99.** Klarnetin alt ucundaki rejister perdesi (deliği).

Bu, borunun üstüne bir delik yerleştirerek frekansları deliğin büyüklüğüne bağlı olan ek sesleri üretebilmemizin mümkün olduğu anlamına gelir. Bunun yanında bir borunun üzerine birden fazla delik yerleştirerek borunun etkin uzunluğunu da değiştirebilmemiz mümkündür. Aslında iki ucu da açık olan ve çapı değişkenlik göstermeyen bir boruya altı delik ekleyerek bir diyatonik dizi elde edebiliriz. Flüt, bu duruma güzel bir örnektir. Bütün deliklerin kapalı olduğu bir durum ile başlayıp bunları en alt uçtaki delikten başlayarak tek tek açarsak, frekansı aşamalı olarak yükselterek uygun delikler aracılığı ile diyatonik dizideki tüm sesleri elde etmeyi mümkün kılabiliriz *(Şekil 98)*. Örneğin, Do'dan Si'ye geçebiliriz ama Do sesini alabilmek için tüm delikleri kapatmalı ve ikinci harmoniği oluşturabilmek için güçlü bir üfleme sağlamalıyız. Daha yüksek harmonikleri elde edebilmek için üfleme şiddetini arttırmaya "aşırı üfleme" adı verilmektedir. Eğer bir kez Do sesini alabilirseniz, daha yüksek frekanstaki sesleri alabilmek için delikleri açmaya devam edebilirsiniz.

Aşırı üfleme tekniği her iki ucu da açık olan flütte çok iyi sonuç vermekle birlikte, bir ucu açık bir ucu kapalı olan klarnette etki etmez. Klarnette ilk doğuşkanın aşırı üfleme ile elde edilmesi hemen hemen imkânsızdır. Bu sorunu aşabilmek için klarnetçiler rejister perdesi denilen ve çalgının ağızlık kısmının yaklaşık 15 cm aşağısında yer alan bir perdeden faydalanırlar. Rejister perdesi, basılı olduğu zaman üçüncü harmoniği *(Şekil 99)* harekete geçirir. Aslında bunu yardım olmadan yapamayacağından dolayı üflemeye göre değişebilen bu olayın nasıl gerçekleşebileceğini keşfetmeniz gerekmektedir.

Perdenin basılı olmasının ikinci harmonikten ziyade üçüncüsünü harekete geçirmesi ilginç görünebilir ancak daha önce dikkat çektiğimiz gibi bir ucu kapalı olan bir boru sadece tek katlı harmonikleri verebilir. Fakat ileride göreceğimiz gibi klarnet sadece bir ucu açık, bir ucu kapalı olarak değerlendirilebilecek kadar basit bir çalgı değildir. Başka kısımları da vardır ve sonuç olarak ikinci harmonik dışında tüm harmonikleri verebilir. O zaman şimdi ağaç üfleme çalgıların diğer kısımlarına dönelim.

## Çalgının Tümü

Tüm ağaç üfleme çalgılar, üç temel parçadan oluşurlar: Kamış veya uç mahiyetinde bir ağızlık kısmı, oyuk ve kenar delikleri. (Boru da önemli bir kısım olmasına rağmen, çalgının akustiğini sadece bütün delikler kapalıyken etkiler). Bir çalgı çalındığı zaman baştaki titreşimler icracı tarafından üflenen havanın oluşturduğu düzenli akım aracılığıyla oluşur. Burada titreşimlerin devamını sağlayan yapı kamış veya uç olarak görülebilen ağızlık kısmıdır. Havanın hangi frekansta titreştiği, oyuğun boyuyla ya da daha doğrusu kapatılmış ya da kapatılmamış deliklerin sayısıyla ortaya çıkan etkin boyuyla belirlenir.

Eğer bir klarnet ya da saksafonun deliklerini incelerseniz hem deliklerin arasında sabit bir uzaklığın olmadığını hem de büyüklüklerinin eşit olmadığını fark edersiniz. Ayrıca tüm ağaç üfleme çalgıların 6'dan fazla deliği vardır. Önce delikler arasındaki farklı uzaklıkları gündeme alalım. Ağaç üfleme çalgılarda, trombon (veya trompette) karşımıza çıkan problemle yine karşılaşırız. Bu durumda tüm sesleri elde edebilmek için hava haznesinin boyuna çeşitli eklemeler yapmamız gerekir. Hatta bir alttaki sese ulaşmak için uzunluğun %6 oranında arttırılması lazımdır.

Bakır üfleme çalgılarda kullanılan yöntemi burada da kullanabileceğimiz görünebilmektedir. Varsayalım L uzunluğunda ve tepesine kadar deliklere sahip bir boru ile çalışmaya başladık. Başlangıçta tüm delikler tıkalıdır. Bir delik açıldığı zaman bu hareket, borunun etkin uzunluğunu azaltır. Bu değişikliğin bir önceki sese göre frekansı yarım ses arttıracak bir etkisi olmasını istiyoruz. Bu yüzden, söz konusu amaca hizmet etmesi gereken delik uzunluğu %6 (başka bir deyişle 0,06 L) oranında azaltmalıdır. Bu işlemden sonra L' olarak adlandıracağımız yeni bir uzunluğumuz (L) olacaktır. Bir sonraki yarım ses artış için bu sefer L' uzunluğunu %6 oranında düşürmemiz gerekir (0.06 L' ). Tabii ki bu şekilde devam ederek dizideki tüm sesleri elde edebiliriz. Bundan dolayı delikler arası uzaklığın neden sabit olmadığını görmek kolaydır: Her hesaplamada yeni bir boru uzunluğu karşımıza çıkar. Gitarın per-

deleri arasındaki uzaklıkların hesaplanmasında da benzer bir sonucu gözlemlemiştik.

Klarnet ve saksafonların delikleri ile ilgili farkına vardığımız ikinci özellik ise deliklerin boyutlarının değişken olmasıdır. Bu kural tüm ağaç üfleme çalgılar için geçerli değildir. Örneğin, flütte tüm deliklerin boyutları eşittir. Çalgının içindeki oyuğun boyutlarının değiştiği durum, söz konusu farklılıkların en belirgin olduğu durumu oluşturur. Bu değişimin sebebi ise deliğin boyutu ile oyuğun boyutu arasındaki oranın aynı olmasıdır. Tabii bu delikler düzgün bir boruda düzenli deliklere sahip bir delik serisi ile eşdeğer tutulmak isteniyorsa. Oyukta farklılık olduğu zaman delik ebadının da değişmesi gerekir.

Ancak düzgün bir oyuğa sahip klarnet için de deliklerin boyutlarındaki değişim kuralı uygulanmaktadır. Bu durumun, delikler arası mesafelerdeki farklılıkların delik boyutu üzerinde bir etkisi olması ve kapalı deliklerin etkin yüzey alanına dâhil edilmesi gibi birbirinin yerini tutan sebepleri vardır.

## Ağaç Üfleme Çalgılar

### Uç Kısmından Üflenen Çalgılar: Flüt, Pikolo ve Blok Flüt

Flüt, ses çıkarmak için uç kısmını kullanır. İcracı deliğe teğet *biçimde nefesini üflediği zaman* ürettiği hava akımı havanın içeri giren ve dışarı çıkan kısımlarının etkisiyle bir türbülans oluşturur. Çıkan sesin özellikleri havanın nasıl üflendiğine ve özellikle dudaklar ile dilin deliğe nasıl yerleştirildiğine göre değişir.

Flüt, Do ve Sol akortlarında yapılır ve yaklaşık 66 cm boyundadır. Büyük orkestralarda yaygın olarak kullanılan konser flütü ise genelde gümüş ve az miktarda altından yapılır. Diğer yandan öğrenci flütleri, gümüş ve nikel alaşımından yapılır. Do akorttaki flütün ses alanı $Do_4$ ve $Do_7$ sesleri arasında değişirken, Sol akorttaki flütün ses alanı ise $Sol_3$ ve $Sol_6$ sesleri arasında değişir.

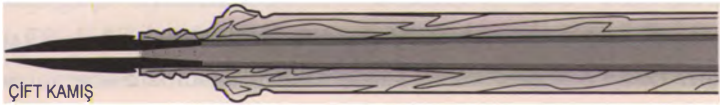
Flütle yakın ilgisi olan bir başka çalgı da pikolodur ve uzunluğu flütün yarısı kadarken, çıkardığı frekanslar bir oktav daha yüksektir. Do akorttaki pikolonun ses aralığı $Re_5$ ve $La_7$ sesleri arasında değişir.

Uç kısmından üflenen ve flüte benzeyen başka bir çalgı da blok flüttür. Bu çalgı genelde ilkokullarda çocukları müzikle tanıştırmak için kullanılır. Çalgının üst kısmında bir dizi delik vardır ve pek çok çocuk bu çalgıyı flüt olarak değerlendirse de flütten belirgin bir biçimde farklıdır. Flavta bir ıslık çalar gibi üflenir. Oyuğu silindir tipindedir ve açık olan ucu gittikçe genişler. Yetişkinler tarafından kullanılan flavtalar tahtadan yapılırken, ilkokullarda kullanılanlar ise genelde plastikten yapılır.

## Klarnet

Klarnet, bir kamışın üflenmesiyle ses üretilen çalgıların en popüler olanlarından biridir. Bu çalgı genel olarak şeker kamışından yapılan tek bir kamış kullanır *(Şekil 100)*. Düzenli boyuttaki bir oyuğa sahip olan klarnet gittikçe genişleyen bir açık uçla sonlanır. Klarnetin delikleri parmak veya tuşlarla kapatılabilir. Bu çalgıda diyatonik bir dizinin seslerini vermek için gerekli olan 6 delikten çok daha fazlası olan 17 delik mevcuttur. Bu ek deliklerin önemli bir kısmı diyez veya bemol sesleri için mevcuttur.

Klarnetler pek çok akortta üretilebilirken en yaygın olanları her ikisi de soprano aralığında olan Mi-bemol ve Si-bemol çalgılardır. Mi-bemol akorttaki klarnetin ses alanı $Sol_3$ ve $Sol\flat_6$ sesleri arasında değişirken, Si-bemol akorttakinin ses alanı ise $Re_3$ ve $Fa_6$ sesleri arasında değişir. Bunların yanında klarnetten çok saksafona







**Şekil 100.** Tek kamışlı ve çift kamışlı ağızlıklar.

benzeyen bir de bas klarnet vardır. Soprano klarnetin uzunluğu 65 cm'ken, bas klarnetin uzunluğu ise 95 cm'dir.

Klarnetler ahşap, plastik, sert kauçuk, metal ve fildişi gibi geniş bir çeşitlilik içeren bir malzeme ailesi kullanılarak inşa edilmektedir. Afrika gürgeni özellikle profesyonel tipteki çalgılar için tercih edilmektedir. Daha ucuz modeller ise plastikten yapılır. Daha eski dönemlerde siyah sert kauçuk da tercih edilen bir malzemeyken bugünlerdeki kullanımı yaygın değildir.

Klarnet büyük çoğunlukla caz orkestralarında kullanılır. Özellikle New Orleans Cazı ve Büyük Orkestralar döneminde çok popüler olan bu çalgı, halen de bu popülerliğini büyük oranda sürdürmektedir. Klarnet aynı zamanda klasik orkestralar için de çok önemli bir çalgı olup, Mozart, Copland, Strauss ve Stravinsky gibi pek çok bilinen besteci bu çalgı için eserler bestelemiştir.

## Saksafon

Saksafonu tanımak uzun, gittikçe genişleyen ve kıvrımlı yapısı ile çok kolaydır. Patenti 1846 yılında Adolph Sax tarafından alınan saksafonun pek çok tipi büklümlü devasa bir boru gibi görünürken, soprano saksafon düzdür ve bu yönüyle bir klarnete benzer.

Saksafon genelde pirinçten yapılır ve tek kamışlı bir ağızlığa sahiptir. Daha önceki dönemlerde genellikle askeri orkestralarda kullanılırken günümüzde popüler müzikte, özellikle büyük orkestralarda, caz ve blues gruplarında tercih edilmektedir. Çalgının iki buçuk oktavlık bir ses alanı ve çeşidine bağlı olarak 21 ila 23 tuşu vardır. Daha çok tutulan saksafon tipleri arasında Si-bemol soprano, Mi-bemol alto, Si-bemol tenor ve Si-bemol bas saksafonlar sayılabilir. Saksafon çeşitlerinin en tanıdık olanı tenor saksafon olup, uzunluğu yaklaşık 88 cm'dir.

## Diğer Kamışlı Ağaç Üfleme Çalgılar: Obua ve Fagot

Klarnet ve saksafona ek olarak pek çok başka kamışlı çalgı da mevcuttur. Bunların arasında obua ve fagot da vardır. İki kamışlı bir çalgı olan *(Şekil 100)* ve yaklaşık 60 cm'lik bir uzunluğa sahip

fagot, ağaç üfleme çalgıların sopranosu olarak değerlendirilir ve Si $\flat_3$ ile $La_6$ sesleri arasında değişen bir ses aralığına sahiptir. Genellikle ahşap ve nikel-gümüş tuşlar kullanılarak inşa edilir.

Fagot da çift kamışlı bir çalgıdır ve Si$\flat_1$ ile Mi$\flat_6$ sesleri arasında değişen bir ses alanına sahiptir. Bu çalgı tüm ağaç üfleme çalgıların en karmaşığı olarak kabul edilir. Özellikle parmak baskılarının zor olması, bu çalgıyı karmaşık bir hale getirir. Fagot'un, çalgının yan kısmında dar bir boru üzerinde yer alan ağızlık yapısı da diğer çalgılarınkinden farklıdır. Fagot genelde ahşaptan, özellikle de akçaağaçtan yapılır ve oyuk kısmı koni şeklindedir.

## Ağaç Üfleme Virtüözleri

Bu bölümün başında Benny Goodman ile bir giriş yapmıştık. Pek çok kişi onu hâlâ gelmiş geçmiş en büyük klarnetçilerinden biri olarak görür. 1909'da Chicago'da doğmuş, 10 yaşında ders almaya başlamış; doğuştan gelen yeteneği kısa sürede kendini geliştirip, profesyonel müzik ortamında görev almaya başlamasını sağlamıştı. Goodman, New Orleans Cazı'ndan güçlü bir şekilde etkilenmiş ve bu durum kültür hayatı boyunca müziğinde önemli bir rol oynamıştı. 16 yaşında Chicago'da dönemin en önemli orkestralarından biri olan Ben Pollack Orkestrası'na katıldı. Kısa zamanda kayıtlar gerçekleştirmeye başladı ve yine az bir zaman sonra kendi orkestrasını kurdu.

Goodman, 1935 yılından önce de gayet tanınmış olsa da kariyerinin gerçekten yükselişe geçmesine Los Angeles'taki Palomar Balo Salonu'ndaki stil değişikliği sebebiyet vermiştir. Goodman, kısa bir süre sonra "Swing Kralı" olarak tanınmayla başladı ve birkaç yıl sonra grubuyla, 1938'de, bir caz orkestrası için çok önemli olan New York'un Carnegie Salonu'nda konser verme şansını yakaladı. Bu konser çok büyük bir başarı getirdi. Hatta caz müziği için de bir dönüm noktası olarak kabul edildi. Yıllarca sadece özel ilgi alanlarına sahip kişilere hitap eden caz, artık ana akım müzik seven kitlelere de hitap etmeye başlamıştı.

1910'da New York'ta doğan Artie Shaw da diğer bir önemli klarnetçiydi. Shaw müziğe saksafon çalarak başlamasına rağ-

men 16 yaşında klarnete döndü ve kısa bir süre sonra yaşadığı kentten bir orkestrayla turneye çıkmak üzere ayrıldı. Sonraki on yıl boyunca çeşitli orkestralar ile çalıştıktan sonra kendi orkestrasını kurdu. Shaw'un ün kazandırdığı bazı eserler arasında "Begin the Beguine", "Moonglow" ve "Stardust" vardır. Shaw 1938'de Afrika asıllı Amerikalı şarkıcı Billie Holliday'i vokalist olarak orkestrasına alarak siyah bir kadın şarkıcı ile sözleşme imzalayan ilk orkestra şefi oldu. Artie Shaw Orkestrası ilerleyen yıllarda İkinci Dünya Savaşı'na katılan birlikler için müzik yaparken, Carnegie Salonu'nda da konser verdi.

Shaw özel hayatıyla da en az müzik hayatıyla olduğu kadar popülerdi. Sekiz defa evlenmişti ve eşlerinden ikisi aktrisler Lana Turner ve Ava Gardner'dı. Ayrıca besteci Jerome Kern'in kızı ve çok satan *Forever Amber* (zamanında müstehcen kısımları nedeniyle büyük tartışmalar yaratmıştır) isimli romanın yazarı Kathleen Winsor ile de evlenmişti. Bu oldukça büyük bir çeşitlilik olsa da Shaw hiçbiri ile geçinemediğini belirtmişti. Bunun yanında Shaw pek çok filmde kısa sahnelerde görünmüş ve hayatının ilerleyen yıllarında çeşitli bilimkurgu romanları kaleme almıştı.

Diğer iki ünlü klarnetçi de Pete Fountain ve Woody Herman'dı. New Orleans'ta doğan Fountain, bir süre Lawrance Welk Orkestrası'nda çalmasına rağmen tekrar New Orleans'a dönmüş, kendi orkestrasını kurmuş, bir de caz kulübü satın almıştır. Genelde Dixieland ve caz alanında yoğunlaşan çok sayıda plak ve CD kaydı yaptı. Herman ise Wisconsin'de doğdu ve blues ile yakından ilgiliydi. En ünlü eserlerinden biri "Woodchopper's Ball" idi fakat "Blues in the Night" ile de kitlelere ulaşmıştı. Son olarak da "Stranger on the Shore" adlı eseri şöhrete ulaştıran klarnetçi Aker Bilk'i anmadan geçemeyeceğim.

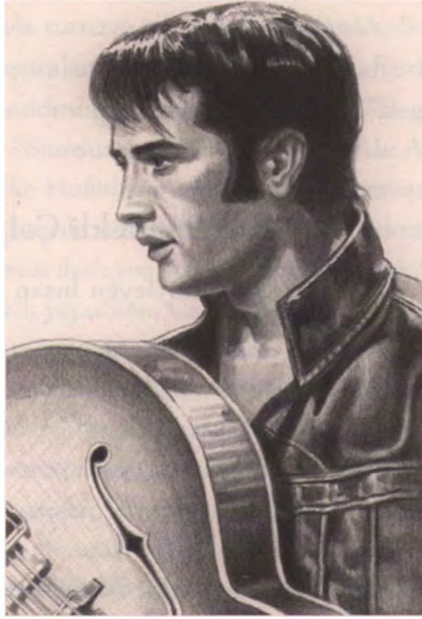
Peki ya ünlü saksafoncular kimlerdi? Daha önce saydığımız müzisyenler kadar popüler olmasalar da birkaçı bu anlamda diğerlerinin önüne geçmişti. En çok tanınan üç saksafoncu Charlie "Bird" Parker, John Coltrane ve Stan Getz'tir. Parker, 1920'de Kansas'ta doğmuştur ve en çok bebop müziğine yaptığı katkılarla tanınır. Kariyerinin önemli bir kısmında ünlü trompetçi Dizzy Gllespie ile çalışmıştı.

# En Yetenekli Çalgı

## Şarkı Söyleyen İnsan Sesi

9 Eylül 1956'da New York'taki *Ed Sullivan Show* adlı televizyon programının sahnesine adım attı. Sadece birkaç dakika içinde izleyiciler arasındaki genç kızlar çığlık atmaya başladılar ve bu çığlıklar o sahneden ayrılana kadar devam etti. Hiç şüphe yok ki televizyon tarihinin 60 milyon kişiden fazla olduğu tahmin edilen o zamana kadarki en büyük izleyici topluluğuna seslenmiş bu yayın aracılığıyla ekran başındakilerden de benzer çığlıklar yükselmiştir. Acaba bu büyük etkiyi yaratan kişi kimdi? Bu sorunun cevabı *Şekil 101*'de: O kişi sadece birkaç ay öncesine kadar kimsenin tanımadığı bir şarkıcı olan Elvis Presley'di. Kendisi o program ile adeta sosyal bir fenomene dönüştü. Tüm konserlerinde genç kızlar çığlık çığlığa kendilerinden geçerken pek çoğu kargaşa ile sonuçlanıyordu. Kendisine eşlik eden Scotty Moore şöyle anlatıyordu: "Elvis programa 'You Ain't Nothing But a Hound Dog' ile başlardı ve hayranları darmadağın olurdu. Her seferinde böyle olurdu."

Ailesi çok fakir olduğundan Elvis zamanında ancak birkaç saat şan dersi alabilmişti ancak yıllardır şarkı söylüyordu. 11. doğum günü için kendisine alınan gitarı bodrum kattaki çamaşır odasın-



**Şekil 101.** Elvis Presley.

da tutkuyla çalıyordu fakat ancak 1952 yılında okuduğu lisenin müsameresinde fark edilebilmişti. Mezun olduktan sonra kamyon şoförü olarak çalışmaya başladı.

1953'te sesinin plakta nasıl duyulacağını merak ettiğinden dolayı Sun Records Şirketi'ne bir kayıt yapmak için başvurdu. Albümün bir yüzüne "My Happiness", diğer yüzüne de "That's When Your Heartaches Begin" adlı eserleri okudu. Plağı annesine doğum günü hediyesi olarak vermişti. Birkaç ay sonra, 1954 yılının Ocak ayında iki eser daha kaydetmek için Sun Records'a tekrar gitti ve bu eserler firmanın sahibi ve başarılı bir yetenek avcısı olan Sam Phillips'in dikkatini çekti. Birkaç ay sonra Phillips Nashville'deyken eline "Without Love" adlı şarkının tanıtım kaydı geçti ve bu eseri stüdyosunda kayıt etmeye karar verdi. Ne var ki tanıtım kaydındaki icracıyı bulamadığından, nasıl bir yol izleyeceği noktasında kararsız kalmıştı. Asistanı, daha önce birkaç şarkı kaydeden

"kamyon şoförünü" kullanmayı önerdi ve Phillips kabul etti. Asistanı, Elvis'e telefon etti ve Elvis gelip şarkıyı kaydetti. Her ne kadar Phillips, Elvis'in bu yorumundan memnun kalmadıysa da başka şarkılar bilip bilmediğini sormayı ihmal etmedi. Elvis, bu öneriye karşılık olarak "That's All Right" adlı blues şarkısını söylemeye karar verdi. Bu sefer Phillips etkilenmişti; şarkıyı kaydetti ve kaydı yerel bir radyo istasyonunun DJ'ine götürdü. Eser hızla yerel bir üne kavuştu ve Phillips kısa süre içinde 5.000'in üzerinde plak siparişi aldı. Sonrasını zaten biliyorsunuz.

Ünlü olduktan kısa bir süre sonra yaşadığım şehirde konser vermiş olmasına rağmen, Elvis'i hiç canlı dinlemedim. Bilet almakta geciktim ve sonrasında yer bulamadım ama bu konser, şehirde günlerce dillerden düşmedi. Fakat yıllar içinde pek çok şarkıcıyı canlı dinledim ve hepsinden çok büyük keyif aldım. Son zamanlarda TV'deki *American Idol* adlı yarışmaya katılan şarkıcılara çok büyük bir ilgi gösteriliyor. İtiraf etmeliyim ki ben de bu programın bir hayranıyım. Şarkıcıları dinleyip farklı sesleri karşılaştırarak kimin kazanacağını tahmin etmeye çalışmak çok ilginç bir süreç.

Bir sesin diğer seslerin arasından sıyrılmasını sağlayan nedir? Bir sesi kulağa keyif verici bir hale getiren nedir? Elvis'in sesindeki hangi özellik onu böylesine büyük bir şöhrete taşımıştı? Frank Sinatra'nın sesi neden pek çok insana etkileyici geliyordu ve neden opera dinleyicileri Luciano Pavarotti ile Plácido Domingo'nun seslerinden büyüleniyorlardı? Bu bölümde şarkı söyleme sesinin nasıl ortaya çıktığını ve bazı seslerin kulağımıza neden diğerlerine nazaran hoş geldiğini inceleyeceğiz. Orta halli sesi olan bazı şarkıcıların kısa sürede şöhret olmasına karşın, güzel sesli bazı icracıların bir noktaya varamaması halen gizemini korumaktadır. Şüphesiz müzikal başarı pek çok değişik faktörün sonucunda ortaya çıkar fakat nispeten iyi bir ses yine de esastır. Kimse bunu tartışmayacaktır.

## Tarih Boyunca Şarkı Söyleme

Şarkı söyleme, müziğin en eski biçimidir. Her ne kadar basit çalgıların kökenleri binlerce yıl öncesine kadar gidebiliyorsa da bu çalgılar ortaya çıkmadan da insanların şarkı söylediğine hemen hiç şüphe yoktur. O yüzden sesin en eski çalgı olduğunu söylemek (tabii ki çalgı olduğunu varsayabilirsek) çok da yanlış bir düşünce olmayacaktır. Antik dönemde şarkı söylemenin önemini Yahudilerin mezmur adı verilen sözlü ilahilere sahip olmalarından ve Antik Yunan tiyatrosunun şarkıcıları kullanmasından anlayabiliyoruz. Hıristiyan kiliselerinde cemaate yönelik şarkı söyleme etkinliği neredeyse bütünüyle erkekler aracılığıyla yapılmaktaydı. Garip bir şekilde kadın sesi uzun yıllar "keşfedilememiştir." Erken dönem kiliselerindeki ses icrasının büyük kısmı ilahileri seslendirmek için yapılırdı. Aslında MS 600 kadar eski bir tarihte Papa Gregor, kilise ilahilerini öğretecek okullar kurdu ve sonunda bu söyleme tekniği ile ona bağlı repertuar Gregoryan Ezgileri olarak anılmaya başladı.

Kilise uzun yıllar boyunca şarkı söyleme sanatının merkezi olarak kaldı. En başta tüm şarkıcılar tenor ses aralığına sahipti fakat yavaş yavaş alto ve bas sesler de bunlara eklendi. Tiz sesler için erkek çocuklardan yararlanılıyordu ve "falsetto" olarak adlandırılan erkek sesi tipi de (bu konuyu daha sonra tartışacağız) kullanılmaktaydı. Fakat on beşinci yüzyılda ve on altıncı yüzyılın başlarında en sonunda kadınlar bu icralarda yer almaya başladı ve hemen ardından soprano sesler bu alanda önemli bir rol üstlendi.

On sekizinci yüzyıl itibariyle şarkı söyleme geleneği kilise sıralarından çıkarak umumi toplantılarda ve kamu binalarında gittikçe popüler olmaya başladı. Şarkı söyleme eğitimi ile ilgili okullar açılmaya ve bu konuyla ilgili kitaplar basılmaya başlandı.

Bu çağ aynı zamanda çalgıların gelişiminin de zirveye çıktığı bir dönemdir. Müzisyenler sürekli olarak temiz, parlak ve güzel bir tını elde edebilmek için uğraşırken, aynı iddia ses için de ortaya konmaya başlanmıştı. Müzik dinleyicisi de hızla arttığı için gittikçe daha büyük salonların inşa edilmesi gerekmekteydi. Opera, gi-

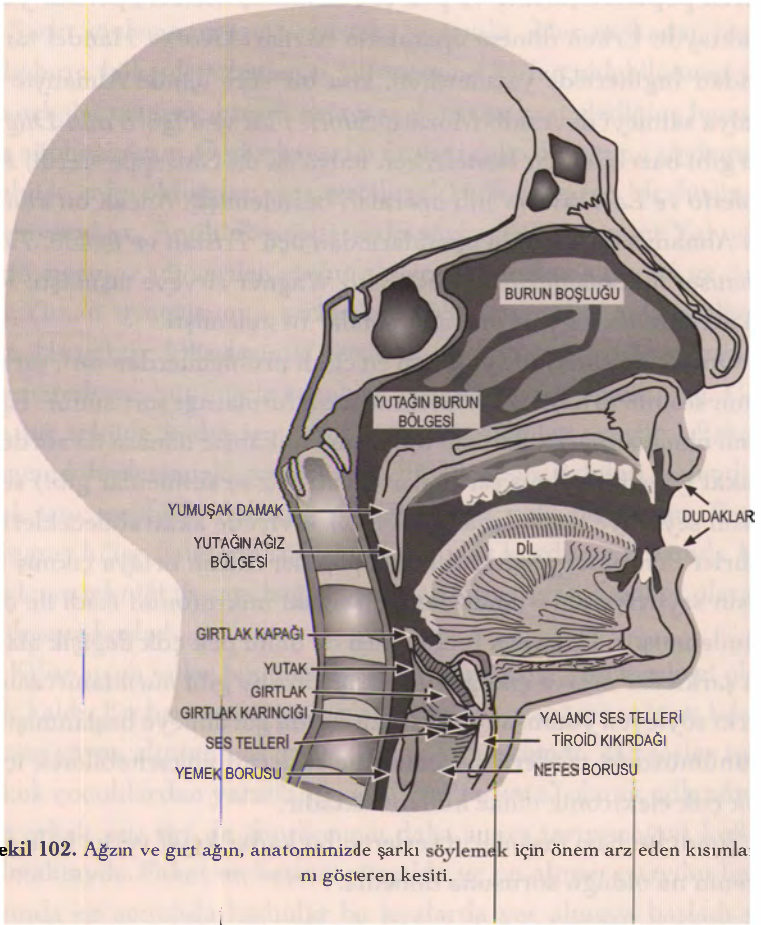
derek popülerleşmekte ve pek çok tanınmış besteci operalar yazmaktaydı. Erken dönem operaların bazıları George Handel tarafından İngiltere'de yazılmışken, kısa bir süre içinde Almanya ve İtalya sahneyi devraldı. Mozart, *Sihirli Flüt ve Figaro'nun Düğünü* gibi bazı operalar bestelerken İtalya'da da Guiseppe Verdi, *Rigoletto ve La Traviata* adlı operaları bestelemişti. Ancak bu konuyu Almanya'da, en ünlü operalarından üçü *Tristan ve Isolde, Tannhauser ile Lohengrin* olan Richard Wagner zirveye taşımıştı. Richard Strauss da bazı önemli operalar bestelemişti.

Opera temsillerinde yaşanan en ciddi problemlerden biri, şarkıcının sesinin orkestranın üzerinde nasıl tutulacağı sorusudur. Eğitimli olmayan şarkıcılar için bu durum imkânsız olmasa da zordur. Fakat iyi eğitim almış şarkıcılar (tiyatrocu ve sunucular gibi) seslerini seyirciye nasıl daha yüksek bir seviyede aktarabileceklerini bilirler. Yirminci yüzyıl itibarıyla popüler müzik ortaya çıkmış ve sesin seyirciye aktarılması ile ilgili sorun mikrofonun icadı ile çözümlenmiştir. Caz veya folk müziği de dâhil pek çok değişik alanda şarkıcılar ortaya çıktığı gibi, Bing Crosby gibi mırıldanırcasına şarkı söyleyen yumuşak sesli şarkıcılar da görülmeye başlanmıştır. Günümüzdeki modern şarkıcılar ise seslerini yükseltebilmek için pek çok elektronik cihaz kullanmaktadır.

Şimdi ise bazı insanların seslerini bu kadar keyif verici hale getirenin ne olduğu sorusuna dönelim.

## Ses Organı

İnsan anatomisinin belirli kısımları şarkı söyleme esnasında kullanılır, bu yüzden onlarla başlayalım. Bu kısımların çoğu *şekil 102*'deki resimde gösterilmiştir. Öncelikle sesin arkasındaki güç merkezi olarak kabul edilen akciğerlerimizle başlamak gerekir. Ardından gırtlak, yani ses kutusu gelir ve bu uzuv yutağa, yani yemek borusuna bağlanır. Ağız, burun boşluğu ve dudaklar da tıpkı ses telleri ve aralarındaki açıklığa denk gelen nefes borusu ağzı gibi şarkı söylemede önemli bir rol oynar. Ağzın içi ise sert ve yumuşak damaklar ile başlayıp, gırtlağın üzerinde vana benze-




**Şekil 102.** Ağzın ve gırt ağın, anatomimizde şarkı söylemek için önem arz eden kısımları nı gösteren kesiti.

ri bir kapak olarak görev yapan ve yutma işlemi esnasında kapanarak yiyeceğ in nefes borusunda kaçmasını engelleyen gırtlak kapağı ile sonlanır.

Bahsettiğimiz anatomik kısımları şarkıcıları için özellikle önem arz eden üç temel birim altında toplayabiliriz. Bu birimler aşağıdakilerdir:

1. Bir güç kaynağı (akciğerler),
2. Bir osilatör (ses telleri)
3. Bir rezonatör (ses yolu).

Bu üç birime çalgıların çoğunda rastlanır. Örneğin trompet için akciğerler güç kaynağı olarak işlev görürken, dudaklar osilatör ve trompetin hava haznesi ise rezonatör olarak görev yaparlar. Fakat trompet ve ses arasında temel bir fark vardır. Trompette ve ona benzeyen pek çok çalgıda, duran dalganın oluşması için yardımcı olan bir *geri besleme* söz konusudur. Ses kullanımında ise böylesi bir geri besleme mekanizması yoktur. Bu açıdan bakınca ses tıpkı armonika gibi kamışlı bir çalgı olarak sınıflandırılabilir.

Şimdi bu üç birimin hepsini daha geniş bir şekilde gözden geçirelim.

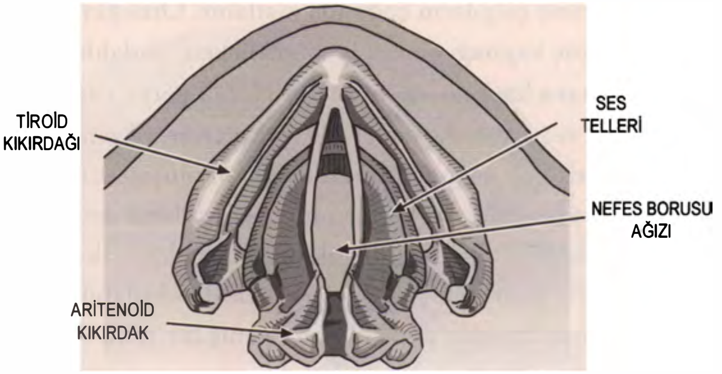
## Akciğerler

Akciğerlerin asli görevi ses tellerinin titreşmesini sağlayan hava basıncına kaynaklık etmektir. Akciğerden gelen hava, kendisinin yolunu kesen nefes borusu ağzından *(Şekil 103)* geçer. Akciğerler genelde 3 veya 4 litreye kadar havayı barındırabilir ve nefes aldığımızda yaklaşık yarım litrelik havayı içimize alır ve dışarıya veririz. Tabii ki bazı durumlarda yetişkinlerin akciğerlerinde bundan daha fazla da hava tutulabilir. Örneğin, derin bir nefes alıp da tutarsanız ciğerlerinizde yaklaşık 5 ila 6 litre hava barınabilir.

Ciğerlerinizdeki hava nefes borusu olarak adlandırılan ve havayı ses yoluna ya da özellikle ses tellerine yönlendiren bir uzuv aracılığıyla dışarıya yönlendirilir. Sonrasında hava, ses tellerinin merkezinde *yer alan nefes* ağzı borusundan geçer.

## Osilatör

Ses telleri osilatör ya da titreştirici olarak görev yapar. Aslında ses telleri mukoza dokusunun kıvrımlarıdır. Dolayısıyla ses telleri ismi biraz yanıltıcıdır zira bu yapıların içinde "tellerden" ziyade kıkırdak mevcuttur. Bu yüzden bazı kişiler bu yapılara ses kıvrımları dese de ben daha yaygın olarak kullanılan "ses telleri" terimini tercih edeceğim fakat zaman zaman kıvrımlardan da bahsedeceğim.

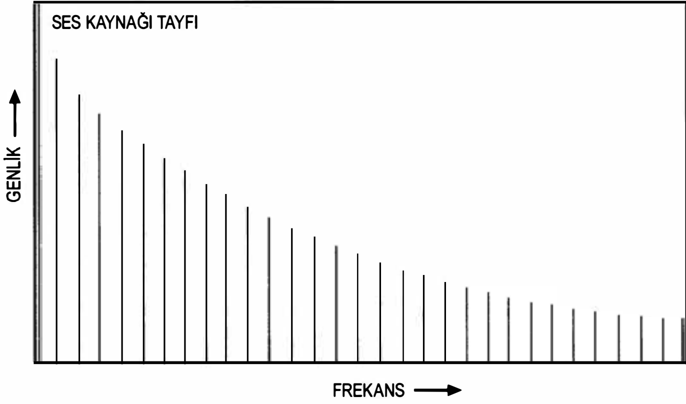



**Şekil 103.** Ses telleri (kıvrımları).

*Şekil 103*'te gösterilen ses telleri ön kısımlarında birbirlerine bağlıyken, geriye doğru gittikçe araları açılmaya başlar. Yutma esnasında kapanırlar. Kıvrımlar pek çok kas tarafından kontrol edilir ve bu kaslar açıklığın şeklini de değiştirir. Öndeki iki kıvrım âdemelmasında buluşur ve boğazın ön kısmında ona yapışık olarak dururlar. Oldukça hareketli olan arka uçlar ise aritenoid kıkırdak adı verilen kıkırdak yapısına bağlıdır. Pes sesler ortaya çıkarken tellerin açıklığı gayet fazladır fakat kenarlar gerilerek teller birbirlerine yaklaştığı zaman frekans artar. En tiz sesler ortaya çıkarken teller arasındaki açıklık uzun ve dar, gerilme ise en yüksek seviyesindedir.

Peki, ses telleri nasıl titreşir? Konuştuğunuz, şarkı söylediğiniz veya bir gürültü çıkardığınız zaman akciğerlerden gelen hava tellere çarpar ve ufak bir esinti aralarından geçer. Fakat açıklığı kontrol eden kaslar hemen kapanır ve hava esintisi kesilmiş olur. Ancak halen sesi çıkarmaya devam ettiğiniz için akciğerlerden gelen basınç hâlâ o noktadadır ve sonuç olarak teller yine açılır. Bu açılma ve kapanma bir trompet icracısının dudaklarının açılıp kapanmasına çok benzer. Aslında ses telleri titreşmektedir ve göreceğimiz gibi bu titreşimin içinde çok çeşitli frekanslar vardır.

Titreşimin frekansı, tellerin çevresini saran kaslar tarafından sırayla düzenlenen akciğerlerdeki hava basıncı ve ses tellerinin mekanik özellikleri ile belirlenmektedir. Ortaya çıkardıkları sesi du-




**Şekil 104.** Ses için genlik değerlerinin frekansa göre değişimini gösteren bir grafik.

yabilseydiniz, bu sesin trompetin ağızlık kısmına üflediğinizde elde edilen vızıltı sesine benzer bir ses olduğunu anlayabilirdiniz.

Normal bir konuşma esnasında erkekler ve kadınlar için titreşim aralıkları aşağıdaki gibidir:

Erkekler: 70-200 Hz

Kadınlar: 140-400 Hz

Titreşim frekansları şarkı söyleme sesi için belirgin bir şekilde değişir ve genelde daha yüksektir. Üretilen frekanslar temel ses ve çok sayıdaki doğuşkandan oluşan karakteristik bir tayfa sahiptir. Doğuşkanların genlik ve şiddet değerleri frekansın artmasıyla oktavda 12 dB'lik düzenli bir artış gösterir (bu durumu *şekil 104*'te gözlemleyebilirsiniz). Ses telleri hem günlük konuşma hem de şarkı söyleme için "ses kaynağını" teşkil ederler ve şaşırtıcı bir şekilde hem şarkıcılarda hem de şarkıcı olmayanlarda benzer özelliklere sahiptirler.

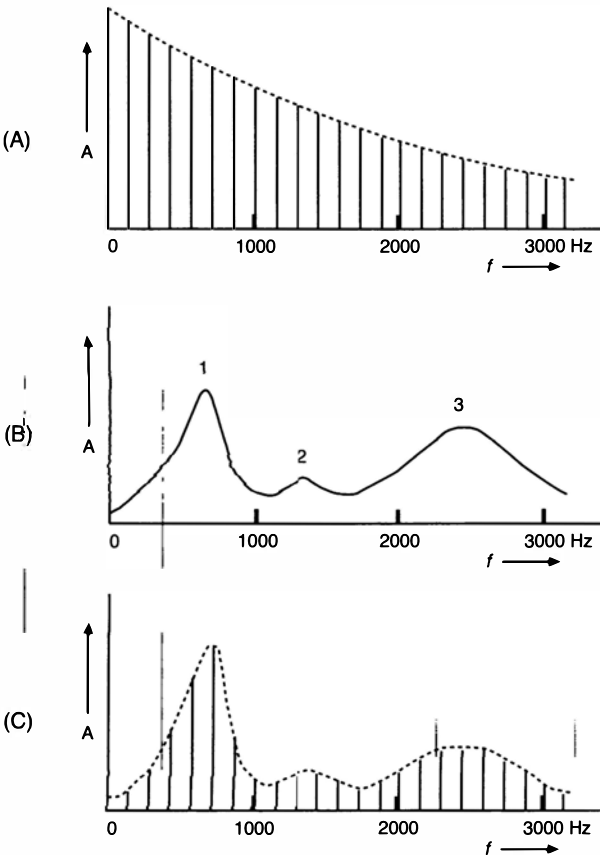
Daha önceki satırlarda erkek şarkıcıların ortaya çıkarabildiği "falsetto" sesten bahsetmiştim. Böyle seslerin frekansları normal seslerin çok daha üstündedir. Bu sesler, gırtlakta iki tür etki ile oluşturulur. İlk etki, içinden hava geçerken nefes borusu ağzının aldığı şekle bağlıdır ki bu açıklık böylesi bir durumda elips şeklini alır ve bunun sonucu olarak kıvrımlar tam olarak kapanmaz. Bu-

na ek olarak, kıvrımları kontrol eden kaslar kenar kısımların daha ince olmasına ve daha kolaylıkla titreşmesine olanak tanır.

Böylece artık titreşimlerin nasıl oluşturulduğunu biliyoruz; şimdi de rezonatöre girdiklerinde onları nelerin beklediğini görelim.

## Rezonatör

İnsan sesi için rezonatör, ses yolu denilen bir hazneden ibarettir. Ses yolu, trompetteki hava haznesi ile benzer bir işlevi karşılar ve gırtlak, yutak, ağız ve bazen de burun haznesinden olu-




**Şekil 105.** İnsan sesi için formantlar: (A) sesin ses kıvrımlarından ayrılma esnasındaki frekans tayfı; (B) ses yolunun frekans tepkisine bağlı olarak gelişen filtre etkisi; (C) frekansların üst üste binmesi

şur. Tüm hazneler gibi ses yolunun da sesin içinden çok daha büyük bir genlikle geçmesini sağlayan belirli bir rezonansları veya frekansları vardır. Bu yüzden bu frekans alanındaki sesler diğer alanlardaki seslerden çok daha şiddetlidir. Bu fark, katı bir silindir için gayet belirginse de yumuşak ve sesleri katı bir duvarın emebileceğinden çok daha fazla emen ses yolunun rezonans sesleri, o oranda belirgin değildir. Bu yüzden rezonans frekansları keskin ve belirgin değildir. Bir tepe noktası vardır ancak noktaya yakın frekansların hatırı sayılır genlik değerleri de vardır. Dolayısıyla elimizde formant adı verilen ve birbirleriyle yakın ilişki halinde olan bir grup rezonans mevcuttur.

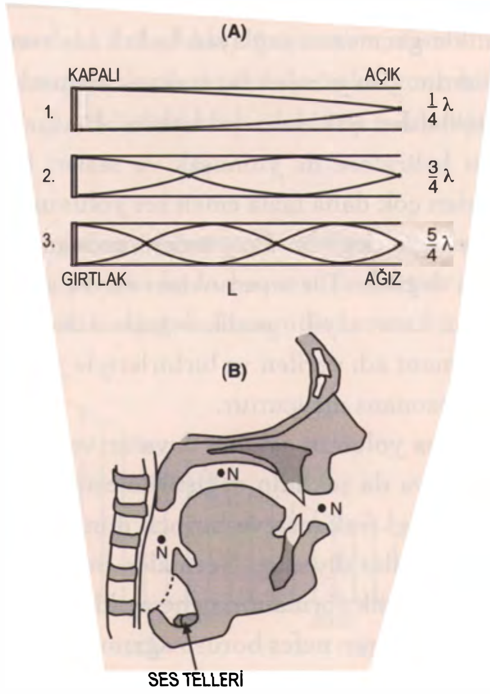
Formantlar ses yolunun şekline dayanır ve konumları ses yolunun biçiminin ya da şeklinin değiştirilmesi suretiyle değiştirilebilir. Genelde temel frekansa ve birinci, ikinci ve üçüncü vs. doğuşkanlara formantlar diyoruz. Normalde bunlar yaklaşık beş tanedir. Araştırmalar ilk formantın çene açıklığına duyarlı olduğunu, özellikle ses yolunun nefes borusu ağzının yanında daralıp, dudaklara doğru genişlemesini sağladığını göstermiştir. Aynı şekilde ikinci formant, dilin kütlesine duyarlı iken üçüncü formant da dilin ucunun konumuna duyarlılık gösterir. Dolayısıyla bu sesleri belli oranda kontrol edebilme imkânımız vardır.

Ses rezonatördan geçerken frekans spektrumu, formantlardan etkilenecektir. Sesin gücünde (şiddetinde) düşmeler olabileceği gibi tepe noktaları da oluşabilir. Bu süreç *Şekil 105*'teki resimle gösterilmiştir.

Formantların konumu, şekli ve diğer özellikleri kişiye özeldir. İnsanların sesleri farklıdır zira herkesin ses yolları birbirinden farklıdır. Bir insanı göremeseniz bile (mesela telefonda konuşurken), onu sesinin tınısıyla tanımlamak genelde kolaydır.

## Formantlar ve Ses Yolu

Ses yolu, değişiklik gösteren ve tam anlamıyla silindir olmayan bir yapıya sahip olsa da bu yolu yaklaşık olarak bir silindire benzetebiliriz. Bire bir aynı olmamasına rağmen, bu benzerlik fayda-




**Şekil 106.** Ses yolundaki dalgalar: **(A)** temel frekans ve ilk iki doğuşkan; **(B)** düğüm noktalarının **(N)** ağız içindeki konumları.

lıdır. *Ortalama bir yetişkin erkeğin* ses yolunun uzunluğu yaklaşık olarak 17 cm'dir (7 inç). Bu uzunluğu kullanarak ilk birkaç formantın frekansını v=λ*f* formülü ile bulabiliriz. Burada v hızı, λ dalga boyunu, f ise frekansı temsil etmektedir. Öncelikle dalga boyunu yani λ'yı tahmin etmeliyiz. Nasıl ses yolunun ucu dudak kısmında açık, nefes borusu ağzında kapalı ise silindirimizin de bir ucu açık, diğeri kapalıdır ve temel ses ile doğuşkanların birkaçını kolaylıkla çizebiliriz. Bu sesler yaklaşık olarak tespit edilen düğüm noktaları ile *Şekil 106*'da gösterilmiştir.

Temel sesin 1/4 λ, ilk doğuşkanın 3/4 λ ve ikincisinin ise 5/4 λ olduğunu görürüz. Bu formüle sesin hızı olan 340m/saniye'yi uygularsak aşağıdaki sonucu elde ederiz:

$f = v/\lambda = 340/4(0.17) = 500$ Hz

Aynı şekilde ilk, ikinci ve üçüncü doğuşkanların frekanslarını 1500, 2500 ve 3500 Hz olarak tespit ederiz. Eğer ses yolu mükemmel bir silindir olsaydı, bu frekansları formantlar olarak kabul edebilirdik ama biliyoruz ki durum böyle değildir ancak yine de bulduğumuz değerler gerçek değerlere yakındır. Buna ek olarak, biçimlendirici frekansların oldukça kapsamlı değişikliklere uğratılabileceğini de görmüştük. Örneğin, bir erkek için ilk formantın frekansı 250 Hz'ten 700 Hz'e kadar değişikliğe uğratılabilir. Aynı şekilde ikinci formant da 700 ila 2500 Hz arasında farklılaştırılabilir. Daha yüksek frekansa sahip formantlar da benzer değişikliklere uğratılabilir.

Şimdi ses yolunun bu değişik rezonans frekansları nasıl ürettiğine dönelim. Tabii ki her bir frekans bir duran dalgaya karşılık gelir ve duran bir dalgadaki belirli noktaların, özellikle düğüm noktalarının, boru genişliğindeki değişimlere hassasiyet gösterdiği bilinmektedir. Boğaz düğüm noktalarına yakın bir yerden daraldığı veya genişlediği zaman, söz konusu en değişikliği tüm ses kalıplarını değiştirir. Örneğin, bir daralma boğazın yapısını dışarı doğru gererek dalga boyunun artmasını sağlarken, genişleme boruyu kısaltarak dalga boyunun azalmasını sağlar. Dalgaları daha ayrıntılı bir biçimde inceleyerek temel sesin düğüm noktasının dudaklarda olduğunu görebiliriz. Bu yüzden, dudakların mesafesini arttırırsak (ağzı daha geniş açarsak) dalga boyu kısalır, frekans ise artar.

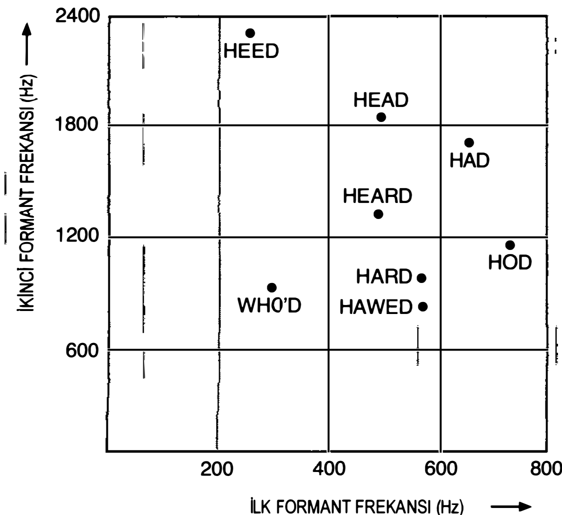
İlk doğuşkanın iki düğüm noktası vardır: Birincisi dudak kısmında, ikincisi ise ses yolunun 2/3 oranında aşağısındadır. Eğer ses yolu bu noktalardan herhangi birinde büzülürse, dalga boyu artar ve frekans düşer. Benzer bir biçimde, eğer ses yolu buralarda genişlerse dalga boyu kısalır ve frekans artar. Daha yüksek derecedeki doğuşkanlar da bu değişimlerden benzer şekilde etkilenir.

## Ses Birimleri

Elbette bizi asıl ilgilendiren konu, nihai olarak ses yolundan elde ettiğimiz seslerdir. Konuşmadan dolayı ortaya çıkan çeşitli seslerin arkasındaki bilim dalına *sesbilim (fonetik)* ve buradaki her ayrı ses unsuruna da *ses birimi (fonem)* adı verilir. Ses birimleri, ünlü ve ünsüz harfleri içerdiği gibi, bu seslerin türevlerini de içerir.

Ünlü harfler, kesin bir frekans değerine sahip olduğunu bildiğimiz sesli harflerdir. Genelde ünlü harfler deyince aklımıza *a, e, ı, i, o, ö, u ve ü* gelir ancak şu anda bunları daha genel anlamda özel ses tipleri olarak ele alacağız. 1860'ta Helmholtz, bazı ünlü harflerin formantlar ile ilişki içinde olduğunu gösterdi. 1924'te ise Robert Paget, bu bağlantıyı tüm ünsüzleri içerecek biçimde geliştirerek, tüm ünlü harflerin sadece iki formant aracılığıyla ifade edilebildiğini ortaya koydu. Esasında diğer formantların ünlü seslerle daha az bir derecede de olsa ilişki halinde olduğunu bilmemize rağmen, bu ilişkileri şimdilik göz ardı ediyoruz.

*Şekil 107*, çeşitli ünlüler ve ünlü sesler ile ilişki halindeki biçimlendirici frekansları göstermektedir. Bu şekil bize *ee, aa ve oo* ünlü sesleri için geçerli olan biçimlendirici frekansları vermektedir.




**Şekil 107.** Sık kullanılan sözcüklerde telaffuz edildiği şekliyle ünlülerin formant frekansları.

Eğer *hard* kelimesindeki *aa* yapısını incelersek ilk formantın 570 Hz, ikinci formantın ise 1.100 Hz civarında olduğunu görürüz. İlk formant yüksek bir frekans değeri içerdiğinden, en son bölümden hatırlayabildiğimiz gibi daha geniş bir ağız açıklığına ihtiyaç duyarız. *Heed* kelimesindeki *ee* yapısı için ise ilk biçimlendirici frekans düşük olduğundan, daha dar bir ağız açıklığına ihtiyaç duyarız. Bu ilişkiler diğer ünlü sesler için de bu şekilde devam eder ki bu konuyla ilgili ilerleyen kısımda daha fazla konuşma imkânı bulacağız.

Ünsüzler, ünlülerden bayağı farklı olup, pek çok değişik şekilde tınlayabilirler. Bu harfler nasıl oluştuklarına göre çeşitli kategorilere bölünmektedir. Buna göre, p ve t kapantılı ünsüzler, f ve v sürtünmeli ünsüzler, m ve s genzel ünsüzler ve w, r ile y ise yarı ünlü sesler olarak adlandırılır. İlk kapantılı ünsüz olan p sesi dudakların önce kapatılması, ardından da aniden ayrılmak üzere zorlanması ile oluşturulur. İkincisi olan t ise aynı şekilde çıkar ancak dilin ucunun ağzın tavanına değdirilmesi gerekir. Genzel ünsüzler olarak adlandırılan m ve n ise burun boşluğunda tınlamakta ve sesin büyük kısmı burun kısmından dışarı çıkmaktadır. Diğer sesler de benzer şekilde oluşturulmaktadır.

## Artikülatörler

Yukarıdaki tartışmalardan da görülebildiği gibi, ünlü ve ünsüz harfleri de içeren çeşitli seslerin oluşumunda yüz ve boğaz anatomisinin belirli parçaları kritik roller üstlenir. Daha önce bir kısmı üzerinde tartışmalar yaptığımız bu anatomik birimlere artikülatör adını veriyoruz ve şimdi bunları daha detaylı bir şekilde inceleyeceğiz. En temel artikülatör yapıları çene, dil, dudaklar ve gırtlaktır. Artikülatörlerin hareketleri ses yolunun yapısını çeşitli yollarla değiştirir. Bu hareketlerden biri, ses yolunu daraltmak veya genişletmektir ve bu hareket daha önce de gördüğümüz gibi formantların konumlarını da değiştirir ve bu seslerin değişen konumları yayılan sesleri etkiler. Özellikle de ünlüleri. Bu durumda en duyarlı bölgeler, daha önce de gördüğümüz gibi sönüm noktalarıdır.

İlk formant, çene açıklığından etkilenirken ikincisi dilin kütlesinden, üçüncüsü de dilin konumundan etkilenir. Erkeklerin ve kadınların ses yollarının boyutlarının ve formant frekanslarının farklı olduğu unutulmamalıdır.

Artikülatörler özellikle ünlü ve ünsüz seslerle ilişkileri açısından önemlidirler. Dilin konumu, alt damak ve dudakların şekli gibi özelliklerin hepsi ses telleri tarafından üretilen seste farklılıklar ortaya çıkarır. Şarkı söyleme, ünlü seslerin fonetik seçiklik açısından mükemmel, ünsüz seslerin ise telaffuz bakımından iyi bir şekilde oluşumunu gerektirir. Bazı ünsüzlerin oluşumu için dilin ve dudakların alması gereken konumdan daha önce bahsetmiştik. Artikülatörlerin konumu ünlülerin üretiminde de önem arz etmektedir. Örneğin, ee sesini çıkarabilmek için dil yukarı ve ileri yönde konuşlanır. Aa sesi için ise dil aşağıda ve gerideyken, oo için ise dil daha aşağı konumdadır.

## Şarkı Söyleme Formantı

Bir opera şarkıcısı sesini bir orkestranın sesinin ötesine taşıyabilmek üzere eğitim almıştır fakat bu taşıma işlemi diğer şarkıcılar için önemli bir sorundur (tabii ki bu sorunun üzerinden mikrofon kullanarak gelmek mümkündür). Bu durumun sebebi pek çok şarkıcının ses frekansları incelenince tespit edilebilir. Bu seslerin frekanslarının ortalaması genede 450 Hz civarındadır ki bu frekans bir orkestradan çıkan sese ait frekans değerine yaklaşık olarak eşittir. Buna ek olarak, her iki ses oluşumu için de 2000 Hz civarında kati bir kesme frekansı söz konusudur. Bu yüzden bir orkestranın seslerinin şarkıcının sesini boğacağı öngörülebilir. Fakat eğitimli bir opera şarkıcısı için durum böyle değildir. Aslında bu şarkıcının, mikrofon kullanmasına gerek de yoktur. Peki, bu sonuç nasıl oluşur? Bunun sebebi eğitimli bir opera şarkıcısının formantının genelde 3500 Hz'lerde oluşan ayırt edilebilir tepe noktasının, olağan tepe noktalarının çok üzerinde bir frekans değerine sahip olması ve bu yüzden orkestranın üzerinde duyulabilmesidir. Bu frekanslara, *şarkı söyleme formantı* adı verilir. As-

lında bu nokta en uygun frekanstır: Orkestranın frekans aralığının yeterli derecede üstünde ancak şarkıcının kontrol boyutlarını da zorlamayacak denli düşük bir en uygun frekansa denktir. Ayrıca bu frekans aralığında şarkı söylemek şarkıcı açısından hiçbir ek çaba gerektirmez.

Bu "ekstra" formant gırtlağın indirilmesi ile elde edilmektedir. Yeterince indirildiği zaman, kendi duran dalgasını ve dolayısıyla kendi rezonansını bulması mümkün olur ki bu da ses yolundaki diğer rezonanslardan çok daha yüksektir.

## Güzel Bir Şarkı Söyleme Sesinin Özellikleri

İyi bir şarkı söyleme sesini ayırt edebilmek için ille de uzman olmaya gerek yoktur, hemen hemen herkes bunu ayırt edebilir. Birçoğumuz öyle ya da böyle ünlü bir şarkıcı olma hayalini kurmuştur (özellikle duşta şarkı söylerken). Peki, güzel bir şarkı söyleme sesinin özellikleri nasıldır? Bu sorunun cevabını vermeye şarkı söyleme ve konuşma sesleri arasındaki farklılığı inceleyerek başlayalım. Şarkı söyleme sesi genelde konuşma sesinden daha "koyu" olarak betimlenir. Böylesine koyu bir ses konuşurken esnediğinizde de ortaya çıkar. Birisi şarkı söylediği zaman gırtlağı alçalırken, yutağın en alt kısmı da genişler.

Bu farkı daha da derinlemesine incelemek istersek konuşma ve şarkı söyleme seslerinin değişik frekanslara ait dalga yapıları açısından büyük farklılık gösterdiklerini görürüz. Konuşma sesinde çok sayıda frekans mevcuttur. Bu frekanslar, ses yolunun rezonansları tarafından filtrelendiği zaman sonuçta ortaya çıkan sinyal halen ses tellerinin frekans yanıtına benzer çünkü bu frekanslar genellikle formantları "doldurur." Ancak bir nota seslendirildiği zaman sadece birkaç frekans olabilir ve bunlar formantları çok doldurmayabilir. Bu durum, özellikle formantların birbirlerinden geniş biçimde ayrı olabilecekleri yüksek frekans değerleri için geçerlidir. Fakat şarkıcılar bu durumu bir ölçüye kadar telafi edebilirler.

Şimdi güzel şarkı söyleme sesinin özelliklerine dönecek olursak gırtlağın konumunu veya uzunluğunu kontrol etmenin çok önem-

li olduğunu görürüz. Pek çok şarkıcı gırtlaklarını opera şarkıcıları kadar iyi kontrol edemeyebilirler ancak iyi bir şarkıcıysalar bu kontrolü bir miktar yapabilir olmaları gerekir. Konuştuğumuzda gırtlağımızı sürekli yükseltip alçaltmakta olduğumuzu fark etmeyiz bile. İyi şarkıcıların gırtlağın konumunu çok daha büyük oranda kontrol edebilme yetileri mevcuttur.

Buna ek olarak, iyi bir şarkıcının gayet geniş bir ses aralığına ve daha da önemlisi hoş bir ses tonuna sahip olması gerekir. Ses aralığı ve ton büyük bir oranda ses yolunun ve ses tellerinin şekline, uzunluğuna ve diğer özelliklerine dayanır. Bir kişinin çıkarabildiği frekans aralığı da ses tellerinin ölçüsü, şekli ve simetri düzeyi ile çene ve ses kaslarının gücü ve kontrol edilebilirliği ile doğru orantılıdır. Ayrıca bir şarkıcının ürettiği doğuşkanların sayısı ve yapısı da kritik bir önem arz etmektedir.

Şarkıcılar ses aralıklarına göre genelde aşağıdaki gruplar altında sınıflandırılırlar:

| | | |
|---|---|---|
| Soprano | $Do_4$ ile $Do_6$ arası | (264-1047 Hz) |
| Alto | $Sol_3$ ile $Fa_5$ arası | (196-698 Hz) |
| Tenor | $Re_3$ ile $Do_5$ arası | (147-523 Hz) |
| Bariton | $La_2$ ile $Sol_4$ arası | (110-392 Hz) |
| Bas | $Mi_2$ ile $Re_4$ arası | (82-294 Hz) |

Pop şarkıcılarının büyük kısmı tenor ses rengine sahip olmasının yanında opera dışındaki pek çok müzik türünde tenor sesler çok yaygındır. Genellikle diğer ses renkleri sadece operada veya korolarda önemlidir.

Güzel bir şarkı söyleme sesinin diğer iki özelliği de vibrato ve tremolodur. Vibrato bir notanın frekans değerinde genelde 5 ila 10 Hz arasında gezinen periyodik değişimdir. Değişim periyodu genelde çok kısadır ve gürlük, vibrato esnasında sabit kalır. Öte yandan tremolo ise frekans değişikliği olmaksızın gürlükteki periyodik değişimdir. Tremolo, gırtlak kaslarındaki darbeler tarafından üretilir. Pek çok durumda bu iki efekt bir arada kullanılır.

## Ünlü Şarkıcılar: Başaran Birkaç Kişi

Bu bölümün başında Elvis Presley'in kariyerine kısa bir giriş yapmıştık. Şimdi de diğer şarkıcılara bir bakalım. Yirminci yüzyılın en ünlü şarkıcılarından biri Frank Sinatra'ydı. New Jersey'nin Hoboken kentinde, orta halli bir ailenin çocuğu olarak dünyaya gelen Sinatra, kariyerine swing döneminde başlamıştı. İlk işini Harry James Orkestrası'nda edinmiş, bu orkestrayla çeşitli eserleri kaydederek hatırı sayılır bir tecrübe kazanmıştı. Bir yıl içinde bu orkestradan ayrılıp Tommy Dorsey'in orkestrasına katıldı ve "I'll Never Smile Again" adlı eserle listelerde yer aldı. Sonraki birkaç yıl içinde "bobby soxers" adı verilen, Sinatra şarkı söylerken çığlıklar atıp kendilerinden geçen, 1940'ların modası uyarınca giyinmiş beyaz çoraplı genç kızlardan oluşan seyirci topluluğu ile birlikte olağanüstü bir ün kazandı. 1943 yılında Columbia Plak firması ile bir anlaşma imzaladı ve kısa bir süre sonra ülkenin Bing Crosby'den sonra en çok tanınan ikinci şarkıcısı oldu. O kadar popüler olmuştu ki yaptığı single albümler 1940-1943 yılları arasında 23 defa listelerin zirvesine kadar yükseldi.

1945 yılında Gene Kelly ile birlikte rol aldığı *Anchors Aweigh and Take Me Out to the Ball Game* adlı film ile birlikte şarkıcılığını oyunculuk ile birleştirmeye başladı. Ancak 1948 yılı itibarıyla kariyerinde bir duraklama görülmeye ve plak satışları düşmeye başladı. Bu düşüş 1950'li yılların başında da devam edince, Columbia Şirketi onunla çalışmaktan vazgeçti. Tam bu dönemde aktris Ava Gardner ile evlendi. Sinatra'nın kariyeri düşüşteyken, Gardner'in kariyerinin yükselmesi evliliği olumsuz yönde etkileyerek, birkaç sene içinde boşanmalarına yol açtı.

1953 yılında Sinatra'nın şansı dönmeye başladı ve kısa süre içinde eski parlak günlerine döndü. Bu süreç, *From Here to Eternity* filmindeki rolüyle "En İyi Yardımcı Erkek Oyuncu" Oscar ödülünü almasıyla başladı ve Robert Mitchum ile rol aldığı *Not as a Stranger* ve Debbie Reynolds ile rol aldığı *The Tender Trap* adlı filmlerdeki yıldızlaşan performansları ile devam etti. Bu yükseliş, 1955'te rol aldığı *The Man with the Golden Arm* adlı filmdeki

rolüyle zirve noktasına çıktı. Sonraki birkaç yıl içinde "Come Fly With Me", " I Could Have Danced All Night" ve "Dancing in the Dark" gibi "hit" şarkılar üretti. Bu yıllarda zamanının büyük bir kısmını Dean Martin, Sammy Davis Jr., Peter Lawford ve Joey Bishop gibi müzisyenler ile oluşturduğu ve hayli popüler olan "Pat Rack" adlı grubun konuşlandığı Las Vegas'ta geçirmeye başladı.

Sonraki yıllarda ise Sinatra, "Strangers in the Night", "That's Life" ile bir Fransız şarkısının Paul Anka tarafından tercüme edilmesiyle ortaya çıkan ve kendisiyle özdeşleşen "My Way" gibi hit şarkılara imza attı.

Sinatra'nın serbestçe akan, yumuşak ve birbirine bağlı cümle parçaları ile pekiştirilen bir şarkı söyleme üslubu vardı. Tiz Fa'dan pes Mi'ye kadar uzanan epey geniş bir ses aralığına sahip olan Sinatra'nın, müzik cümlelerini oluşturma ve sesleri uzun süreler icra edebilme gibi konularda mükemmel yetileri vardı.

Uzun ve başarılı bir kariyere sahip diğer bir şarkıcı da Tony Bennett'ti. New York City'nin Queens semtinde doğan Bennett, Al Jolson ve Bing Crosby ile Louis Armstong gibi caz şarkıcılarını dinleyerek büyümüştü. Bennett genellikle bir pop şarkıcısı olarak bilinmesine rağmen cazı özellikle seviyordu ve pek çok şarkısı "caz hissi" taşıyordu. Bennett 1944 yılında orduya çağrıldı ve İkinci Dünya Savaşı'nın son aylarında ateş hattında çarpıştı (aslında neredeyse öldürülüyordu). Savaştan sonra şarkıcılık kariyeri ile devam etmeye karar verdi. Fakat yıllardır şarkı söylüyor olsa da pek fazla tanınmıyordu. 1949'da Pearl Bailey tarafından fark edilmesi Bennett'in yükselişinin de başlangıcı oldu. 1950 yılında ise Columbia Plak şirketi ile sözleşme imzaladı.

Bennett'in müzik listelerinde zirveye tırmanan ilk eseri, 1951'de birinciliğe yükselen "Because of You" adlı şarkıydı. Bu eseri Hank Williams'ın "Cold, Cold Heart' adlı şarkısının yeni bir yorumu ile 1953 yılında sekiz hafta listelerin zirvesinde kalan "Rags to Riches" izledi. Fakat 1955'te rock and roll çağının başlamasıyla Bennett'in kariyeri tüm diğer "duygusal şarkıcılar" gibi düşüşe geçti. 1950'lerin sonunda zirveyi zorlayan az sayıdaki şarkılarından bi-

ri, listelerde dokuzuncu sıraya yerleşen "In the Middle of an Island" adlı eserdir.

Günümüzde Bennett ile en çok özdeşleşen eser, 1962 tarihli "I Left My Heart in San Francisco"dur. Bu eser listelerde sadece 19. sıraya tırmanmış olmasına rağmen içinde bulunduğu aynı isimdeki albüm, listelerde ilk 5 sıraya tırmanıp, bu şarkıyla Bennett'e, Grammy ödülü kazandırmıştı. Bu olayın üzerine Bennett uzunca bir dönem yeni bir başarı ekleyemedi. Ancak 1980'lerin ortasında daha çok eski şarkılarından oluşan bir repertuar ile bir geri dönüş yaptı. Belki de bu yolla Bennett, müziği ve tarzı için çoğu gençlerden oluşan yeni bir dinleyici de "keşfetmekteydi." Şu sıralar seksenli yaşlarda olmasına rağmen halen turneler yapıp aktif icracılık hayatına devam etmektedir.

Bennett'in keyif verici bir tenor sesi ve alışılmadık bir cümleleme tarzı vardır. Erken dönemden itibaren orkestrasındaki çeşitli çalgıları taklit etmeyi öğrenen Bennett, bu yeteneğini sık sık seyircinin konserden aldığı keyfi arttırmak için kullanır.

Tabii ki isimlerini anmak gereken pek çok başka önemli şarkıcı da vardır ancak burada sadece birkaçına yer verebileceğiz. Erken dönemin büyük şarkıcılarından bir Billie Holiday'di ve tabii ki trompeti kadar hırıltılı sesiyle de meşhur olan Louis Armstrong da vardı. Diğer meşhur şarkıcılar arasında Bing Crosby, Dean Martin, Ray Charles ve daha sonrasında da Whitney Houston, Barbara Streisand, Madonna, Celine Dion, Billy Joel ve Elton John sayılabilir. Country tarzı müzikte erken dönemin ünlü şarkıcıları arasında Jim Reeves, Patsy Cliene ve Hank Williams varken ilerleyen dönemde Johnny Cash, Garth Brooks, Reba McEntire, Alan Jackson ve Vince Gil de bu şarkıcılara katıldılar.

Klasik alanında da çok sayıda önemli şarkıcı olmasına rağmen, burada ancak bir kısmını sayabileceğim. Erken dönem opera şarkıcılarının en önemlilerinden biri Enrico Caruso idi. Esasında Caruso 1900'lerin başlarında tüm müzik türleri genelinde en ünlü şarkıcıydı. Yedi çocuklu fakir bir ailenin evladı olarak İtalya'nın Napoli kentinde doğdu. 18 yaşında yerel bir tatil mekânında şar-

kı söyleyerek ilk çift ayakkabısını almaya muvaffak oldu. Caruso 1903'te ABD'ye geldi ve burada ilk defa New York'taki Metropolitan Operası'nda sahneye çıktı. Üç yıl sonra San Fransisco'da *Carmen*'i sergiledikten saatler sonra 1906 depremi oldu ve Caruso canını zor kurtardı. Bu olay üzerine bir daha San Francisco'da asla sahneye çıkmamaya yemin etti ve bu yeminini bozmadı.

Caruso, gayet genç sayılabilecek bir yaşta, 48 yaşında hayata veda etti. Güzelliği ve geniş aralığı ile meşhur, güçlü bir sesi vardı. Çalışmalarının ilk döneminde bariton olmasına rağmen, sonrasında müzik hayatına tenor olarak devam etti. Kapsamlı kayıt çalışmaları gerçekleştiren ilk icracılardan biriydi. Hayatı Mario Lanza tarafından 1951'de çekilen *Great Caruso* adlı filmle sinemaya taşındı.

En çok bilinen opera şarkıcılarından biri de 2007'de ölen tenor Luciano Pavarotti'ydi. İtalya'nın Milano kentinde doğan Pavarotti, ABD'de ilk defa sahneye 1965 yılında Miami Operası'nda çıktı. Bu icra, orta halli bir başarı getirmesine rağmen, New York'taki Metropolitan Operası'nda 1972 yılında verdiği temsildeki başarı bunu telafi etti. Programın sonunda tam 17 defa bis için tekrar sahneye çağrılarak bu alanda bir rekor kırdı. Sonraki birkaç yılda dünyanın değişik yerlerindeki operalarda sahneye çıktı ve çok sayıda televizyon programında yer aldı. Bunlara ek olarak birkaç Grammy ödülü ve *altın plak* ödülleri kazandı.

Pavarotti; kendisi, Placido Domingo ve Jose Carreras'tan oluşan ünlü "Üç Tenor'un" da bir üyesiydi. Bu üçlü ilk defa 1990 yılında Roma'da Dünya Kupası finallerinde bir araya geldi ve sonrasında pek çok konser ile televizyon programlarında yer aldı.

1990 yılında Pavarotti, Londra'da Hyde Park'ta verdiği ve 150.000 kişinin katıldığı açık hava konseri ile bir seyirci rekoru kırdı. Ancak bu rekoru 1993 yılında New York'taki Central Park'da yaptığı ve 500.000 kişinin katıldığı konser ile yine kendisi geliştirdi.

Placido Domingo da İtalyan olmayıp dünya çapında şöhrete kavuşmuş ilk opera şarkıcılarından biridir. Domingo, İspanya'nın Madrid kentinde doğmuş ancak 8 yaşında Meksika'ya ta-

şınmıştı. Müzik eğitimini Meksika Ulusal Konservatuvarı'nda aldı. ABD'de ilk defa sahneye 1966'da New York Şehir Operası'nda çıktı ve 1968'de de Metropolitan Operası'nda sahne aldı. Pavarotti gibi Üç Tenor'un üyelerinden biri olan Domingo, büyük çoğunluğu büyük opera sahnelerinde olmak üzere 92 karakteri sahnede canlandırarak engin kariyerini taçlandırdı. Zaman zaman popüler müzik alanına da giren Domingo, pop şarkıcısı John Denver ile "Perhaps Love" adlı şarkıyı kaydetmiş ve Julie Andrews ile televizyon programları yapmıştır. Domingo çok yönlü ve güçlü tenor sesi ile tanınır.

Kadın opera şarkıcıları arasında ise Maria Callas, Beverly Sills ve Roberta Peters gibi isimleri sayabiliriz. Callas, New York'ta doğmuş olmasına rağmen müzik eğitimini Atina'da almıştır. İlk olarak Yunan Ulusal Operası'nda küçük rollerde sahneye çıkmış ve profesyonelliğe ilk adımı 1942 yılında yine Yunanistan'da atmıştır. 1945'te ABD'ye gitmek üzere Yunanistan'dan ayrılmış ancak kısa süre sonra kariyerini geliştirdiği İtalya'ya geldi. 1952'de Londra'da, 1954'te ise ABD'de ilk kez sahneye çıktı. Callas, üç oktavlık bir ses aralığına sahip olan ve zor eserleri kolaylıkla söyleyebilen bir mezzo-soprano idi.

Ünlü soprano Beverly Sills, 1929'da Brooklyn'de doğmuş ve 2007 yılında ölmüştür. Henüz 10 yaşındayken babasına bir opera yıldızı olmak istediğini söylemişti. Babası fikri, şaşkınlık ve umutsuzlukla karşılayarak görmezden gelmeyi tercih etti. Ancak sonrasında bu hayal gerçekleşmeye başladı. Sonraki yıllarında Sills bu çabalarını, "Başarısız olursan üzülebilirsin ama denemezsen yok olmaya mahkûmsun" diyerek anlatmıştı.

Sills'in kariyerinin başlangıcı tamamıyla ABD'de geçti. Ancak çok geçmeden Avrupa ve dünyanın diğer yerlerindeki sahnelerde yer almaya başladı. İlk defa profesyonel bir biçimde sahneye çıkmaya ise 1945 yılında Gilbert and Sullivan menajerlik ajansı aracılığıyla başladı. İlk defa bir opera sahnesinde yer alması ise 1947 yılındaki Philadelphia Kent Operası'ndaki *Carmen* temsili ile oldu. 1960 ve 1970'li yıllarda dünyanın en çok bilinen opera sanatçı-

larından biriydi hatta *Time* dergisine kapak bile olmuştu. 1980'deki emekliliğinin ardından New York Şehir Operası'nın genel yöneticisi oldu.

Bir diğer önemli Amerikalı opera şarkıcısı da Roberta Peters'tir. 1930'da Bronx'ta doğan Peters da erken yaşlardan itibaren bir opera yıldızı olma hayalini taşıyordu. 13 yaşındayken dönemin opera yıldızı Jan Peerce'a şarkı söyleyerek onu sesiyle etkilemeyi başardı. 20 yaşında Metropolitan Operası'nda sahne alarak bir anda parladı. Yıllar içinde pek çok operada ve iki filmde rol aldı. Peters, *Ed Sullivan Show*'da tam 65 defa yer alarak bir rekora da imza attı.

# 4

# Yeni Teknolojiler ve Akustik

# Elektronik Müzik

Şunu hayal edin: Dört ahbap bir müzik grubu kurmaya karar veriyorlar. Her akşam üyelerden birinin garajında prova yapıyorlar. Nihayetinde civardaki barlardan birinde çalmaya başlayacak kadar iyi oluyorlar. Sonra onlardan biri "Hadi bir kayıt yapalım" diyor ve hepsi bunun iyi bir fikir olduğunda birleşiyor. Bir CD yapmak için gereken malzemeleri alıyorlar ve kısa bir süre sonra bir hit çıkarıyorlar. Bu bir hayal ancak hiç kuşku yok ki Amerika'nın dört bir yanında yüzlerce kez gerçek olmuş bir hayal. Hatta son yıllarda özellikle İnternet'in gelişmesi ve şimdilerde tüm müzisyenler tarafından kullanılabilen yeni teknolojiler sayesinde bu daha da kolay bir hale geldi.

Bu bölümde, daha çok bu yeni teknolojiye ve bunun müziği nasıl değiştirdiğine bakacağız. İki buluşun müzik üzerinde muazzam bir etkisi olmuştur: Bunlar, *sentezleyici* (synthesizer) ve *dizicidir* (sequencer). Adından da anlaşılacağı üzere sentezleyici, müzik sentezleyen bir aygıttır. Diğer bir deyişle bu aygıt bir konser piyanosundan bir trompete veya davula, herhangi bir çalgının sesini yaratabilir (tamamen). Bu aygıt müzisyenleri devre dışı bırakacakmış gibi görünebilir ama elbette bu olmamıştır. (Kimileri bu

konuda bana katılmayabilir.) İkinci buluş olan dizici, müzisyenlere müziği kaydetme, düzenleme, üzerinde değişiklikler yapma ve nihayetinde yeniden çalma imkânı veren bir aygıttır.

## Sentezleyiciler ve Diziciler

Sentezleyici, müzik seslerinin yaratılması için kullanılan elektronik dalga biçimlerini üretebilen bir aygıttır. İki tip sentezleyici vardır: Analog ve dijital. Analog sentezleyiciler, sinyal üretmek için "çıkarıcı" sentezleme kullanır. Dijital sentezleyiciler ise "ekleyici" sentezleme kullanır. Elektronik orglar, ekleyici sentezleme kullanan çalgılara iyi bir örnektir. Bunların içindeki elektronik sistemler, daha önce ele aldığımıza benzer sinüs dalgaları kullanır ve bu dalgalar, bizim nihayetinde müzik olarak duyacağımız dalga biçimlerini oluşturmak üzere karıştırılır veya eklenir. Analog sentezleyiciler de buna benzer bir teknik kullanır ancak bunlar ekleyici sentezleme yerine, çıkarıcı sentezleme kullanır. Süreç, sinüs dalgaları ile başlar ve testere dişi veya kare dalgalar gibi diğer temel dalgalar elektronik osilatörler kullanılarak üretilir. Ortaya çıkan dalga biçimleri bundan sonra istenen son dalga biçimi üretilene dek çeşitli frekansların çıkarıldığı filtrelerden geçirilir.

Elektronik osilatörler, çeşitli tipteki dalga biçimlerini üretmek üzere elektriksel devreler kullanan aygıtlardır. Bu dalga biçimleri, sentezlemenin başladığı "ham" maddelerdir. Dalga biçimlerinin süzüldüğü birçok farklı tipte filtre mevcuttur. En yaygın olanları, sadece alçak frekansların geçmesine izin veren alçak geçirimli ve sadece yüksek frekansların geçmesine izin veren yüksek geçirimli filtrelerdir.

İlk sentezleyicilerin hepsi analog aygıtlardı. Bu tip sentezleyicilerde doğrudan ses sinyali ile çalışırsınız. Başka bir deyişle sinyalin (dalga biçimi) kendisi işlenir ve depolanır. Ancak dijital tekniklerin gelişiyle birlikte analog sentezleyicilerden çok farklı olan dijital sentezleyiciler üretildi. Dijital bir sentezleyicide dalga biçimi sayılarla temsil edilir (dijital bir bilgisayarda olduğu gibi). Bu sayılar daha sonra alınıp, müziği üreten bir hoparlöre gönderilmek üzere tekrar bir dalga biçimine dönüştürülebilmektedir ve görece-

ğimiz üzere, sayıları işlemek karmaşık dalga biçimlerini işlemekten çok daha kolay ve kullanışlıdır.

İlk sentezleyiciler 1950'lerin ortalarında laboratuvarlarda ve ses stüdyolarında ortaya çıktı. Bunlar büyük ve kullanışsızdı. Osilatörler, yükselticiler ve çeşitli filtreler gibi pek çok elektronik bileşenden oluşuyorlardı. Ayrıca üzerlerinde sayısız düğme ve tuş vardı ve icracılar sürekli olarak bunları ayarlıyorlardı.

Aslında bu cihazın operatörünün bir müzisyenden daha fazlası olması gerekiyordu; düğme ve tuşları kullanarak sesi kontrol etmesi ve bir yandan da ne yaptığını bilmesi gerekiyordu.

İlk sentezleyicilerden biri RCA tarafından yapıldı. Mark II denilen bu sentezleyici, New York'taki Columbia-Princeton Elektronik Müzik Merkezi'ndeydi ve vakumlu lambalar kullanan büyük bir elektronik sistemdi. Bu sırada sentezleyicilerin halen analog olmasına karşın, transistörlerin vakumlu lambaların yerini almasıyla elektronik aygıtlar küçülmeye başladı.

Müzisyenlerin kullanılabileceği kadar küçük olan ilk sentezleyici, Robert Moog tarafından yapıldı. 1964'te piyasa sürülen Moog sentezleyicisi ilk başta yalnızca ilginç bir yenilik olarak görülüyordu ancak Moog kullanılarak yapılan hit plakların ardından önemi hemen fark edildi. Bu plakların ilki 1968'de çıkan ve bir milyondan fazla satan *Switched-On Bach* idi. Bir yıl kadar sonra Monkees grubu albümlerinden birinde bir Moog sentezleyicisi kullandı ve albüm listelerde zirveye yerleşti.

Moog sentezleyicisi kendinden öncekilere kıyasla küçüktü fakat halen kablolarla birbirine bağlanan birçok bileşenden meydana geliyordu ve kullanması kolay değildi. Müzisyenler arasında popüler olması için geliştirilmeye ve biçimlendirilmeye ihtiyacı vardı ve bunlar 1970'te gerçekleşti. MiniMoog olarak adlandırılan geliştirilmiş sürümü yerleşik klavyesi olan tek bir birimdi, portatifti, kullanması daha kolaydı ve sonraki birkaç yıl içinde gelmiş geçmiş sentezleyiciler arasında en popüler sentezleyici haline geldi. Bir James Bond filmi olan *On Her Majesty's Secret Service* filminin müziğinin yapımında bile kullanıldı.

Önceki tüm sentezleyiciler tek sesliydi (monofonik), yani aynı anda sadece tek bir ses üretebiliyordu. 1970'lerin başlarında aynı anda iki nota tınlatabilen ilk sentezleyiciler yapıldı. Daha sonra 1976'da, ilk çok sesli (polifonik) sentezleyiciler piyasaya çıktı. Bunlar aynı anda birçok sesi üretebiliyordu. İlk çok sesli sentezleyicilerden biri olan Prophet-5, aynı anda beş ses üretebilmekteydi.

Bu sıralarda IBM ve Apple, kişisel bilgisayarlar üretmeye başladı ve bununla bağlantılı teknoloji hızla ilerledi. Lambaların yerini alan transistörler (ve daha sonra entegre devreler) ile bilgisayarlar çok daha kompakt hale geldi ve bilgisayar endüstrisindeki gelişmelerin elektronik müzik endüstrisi üzerinde doğrudan etkisi oldu. Sentezleyiciler artık çok daha küçük yapılabiliyordu ve kısa süre içinde halkın geneline yönelik modeller piyasaya sürüldü. Kısa süre içinde iki farklı tür sentezleyici raflarda yerini aldı. Bunların ilki, notanın tınısını ve diğer özelliklerini, notanın çeşitli doğuşkanlarını bir araya getirerek üreten kanonik sentezleyicilerdi. İkinci grup aslında sentezleyici olmayıp, müzik sesi üretmek bakımından sentezleyicilerle yakından ilişkisi olan *örnekleyiciler* idi. Örnek, belli bir akustik çalgıdan gelen bir tınının kısa bir ses kaydıdır. Örnekleyici, bir tını aralığına ait seslere ilişkin (armonik içerik vs.) tüm akustik bilgiyi, o çalgı tarafından çalındığı şekliyle depolar. Örnekleyiciler, müzik endüstrisinde son derece önemli hale gelmiştir; daha sonra bunlardan ayrıntılarıyla söz edeceğim.

1970'lerin sonu itibariyle dijital teknikler geniş şekilde kullanılmaya başlanmıştı ve çoğu sentezleyici yakında dijital olacaktı. Hatta birkaç yıl içinde piyasada birkaç tane analog sentezleyici kalacaktı. Dijital sentezleyiciler elektrik atımları kullanıyordu ve hepsinde diğer birimlere bağlantı için (giriş ve çıkış kabloları yerine) dijital bir kontrol arayüzü vardı. Ancak bir sorun vardı: Her üretici kendi tasarımını geliştirmişti ve bir üreticinin bileşenleri diğerininkine uymuyordu. Sonunda birçok müzisyenin ve çok sayıda üreticinin baskısıyla 1983'te evrensel bir sistem sunuldu. Buna MIDI (Musical Instrument Digital Interface – Müzik Aleti Dijital Arayüzü) adı verildi.

Bundan sonra tüm donanımlarda MIDI GİRİŞ (MIDI IN) ve MIDI ÇIKIŞ (MIDI OUT) adı verilen MIDI bağlantıları oldu. Bu bağlantılar üzerinden, üreticisinden bağımsız olarak herhangi bir makine başka bir makine ile bağlanabiliyordu. MIDI bir aygıt değildir: Farklı elektronik müzik aletlerinin birbiriyle iletişim kurabilmesi amacıyla bunlar arasında mesaj iletimi için kullanılan bir arayüz ve bir dildir.

MIDI donanımı olan bir alet ile çaldığınızda, bir MIDI komutları dizisi üretilir ve içinde nota ile ilgili her şey tanımlanır: Frekansı, süresi, ses şiddeti vs. Sesin kendisi kaydedilmez, sadece bir MIDI komut seti kaydedilir. Sesi çalmak için klavyeye veya bir ses modülüne geri gönderilen MIDI ÇIKIŞ sinyali bir ses tetikler.

MIDI'nin geliştirilmesinden hemen sonra birçok MIDI aygıtı, müzik endüstrisinde başrol oynadı. Bunlardan biri MIDI *dizici* idi. Tabii bu, daha önce sözünü etmiş olduğumuz dizicidir fakat MIDI biçimindedir. MIDI dizici, bir klavye tarafından üretilmiş olan ve daha sonra düzenlenip depolanabilen MIDI verilerini kaydetmek için kullanılır. Bir dizici, eski bant kasetli kaydedicilerde olduğu gibi müzisyene icrasını kaydetme olanağı verir fakat bant kullanılmaz sadece MIDI mesajları kaydedilir. Örneğin, bir klavye üzerinde Sol notasını çaldığınızda dizici bu notaya karşılık gelen sayısal bilgiyi depolar. Daha sonra diziciye kaydedilen notayı çalmasını söyleyebilirsiniz ve dizici de Sol notasını çalar.

Hemen hemen aynı zamanlarda ilk programlanabilir ritim veya davul makineleri piyasaya çıktı. İlki 1978'de geliştirildi ve hemen ardından bunu birçok başkaları izledi. İlk çıkanlar analogtu ancak daha sonra 1980'de ilk dijital makineler çıktı. Örnekleyiciler, davul makineleri ile yakından ilişkiliydi. Yukarıda gördüğümüz gibi örnekleyici, sentezleyiciye benzer elektronik bir müzik aletidir. Temel fark, sesin sentezleyicilerde olduğu gibi en baştan üretilmesi yerine örnekleyiciler, çeşitli tipteki müzik seslerinin kayıtları veya "örnekleri" ile başlar. Örnekleyiciler hemen hemen her tür kaydedilmiş sesi çalabilir ve genellikle sesi değiştirmek veya başkalaştırmak için düzenleme işlevleri içerir. Sonuç olarak, örnek-

ler ve örnekleme son yıllarda müzikteki en heyecan verici gelişmelerden biri haline gelmiştir. İlk örnekleyicilerin çoğu ayrı donanım birimleri halindeydi ancak şimdilerde örnekleme çoğunlukla bilgisayarlar ve yazılımlar kullanılarak yapılmaktadır. Günümüzde çeşitli tipteki harici modüller de ayrıca kullanılmaktadır. Bunları daha sonra ayrıntısıyla ele alacağız.

## Analog mu, Dijital mi?

Daha önce gördüğümüz üzere tüm elektronik müzik aygıtları başlangıçta analogtu. Bunlar, ses dalgalarını elektronik bir sinyal olarak işliyordu. Ancak bilgisayarlardaki dijital tekniklerin hızlı gelişmesiyle dijital sentezleyiciler hemen piyasaya çıktı (1980'lerin ortaları civarı). Bunlardan gelen ses net ve kusursuzdu ama duygudan yoksundu. Oysa müzisyenler analog seslerin kusurlarına alışkın şekilde yetişmişlerdi ve bu onlara daha doğal geliyordu. Dijital sesler, analog seslerin "sıcaklığından" yoksun gibiydi. Böylece analog makineler hızla demode olup yerine dijital olanları gelirken, pek çok müzisyen "eski" seslerin hasretini çekmeye başladı. Bunun sonucunda, günümüzde analog makinelerden gelen teknoloji birçok dijital makineye yerleştirilmiş ve bir tür karma yaratılmış durumdadır. Aslında kimi eski analog modeller -ki bunların çoğu şimdi dijital teknoloji kullanıyor olsa da- gerçekten diriltilmiş ve piyasaya geri getirilmiştir.

## Bir Kayıt Sistemi Kurma

Modern kayıt sisteminin neye benzediğine dair bir fikrimiz olduğuna göre şimdi böyle bir sistem kurmanın çeşitli seçeneklerine kısaca bakalım. Günümüzde MIDI tüm sistemlerin odağında olduğundan, böyle sistemleri genellikle MIDI sistemleri olarak anıyoruz. Aslında böyle bir sistemin kuruluşunda üç farklı yaklaşım vardır ancak son yıllarda bunlardan biri –dizici yazılımları– diğerlerini gölgede bırakmaya başlamıştır. Göreceğimiz üzere burada bilgisayarın geniş kullanımı söz konusudur. Bu şimdilerde çok önemli olduğundan bahsimizin çoğunu (özellikle sonraki bölümde) buna yönelteceğiz.

Bu tür bir sistem kurmanın üç yaklaşımından ilki özerk (müstakil) sistem olarak anılmaktadır. Bu, müzisyenlerin yıllar önce sahip oldukları türde bir sistemdi (tabii buna sahip olanlar için konuşuyoruz). Bu sistem birçok ayrı birimden meydana gelir: Bir sentezleyici, bir kaydedici (sentezleyici içinde de bulunabiliyordu), bir mikser (seslerin miksajı için), monitörler, genellikle harici ses için bir veya iki mikrofon ve pek çok başka aygıt. Bu sistem, büyük profesyonel stüdyolarda gördüğünüz tipte bir sistem olup özellikle canlı icraların kaydında iyidir. Oysa bu, çoğu amatör için izlenemeyecek kadar pahalı bir yoldur. Özerk diziciler, kaydediciler, mikserler ve diğerleri pahalıdır ve hepsini bir araya getirdiğinizde toplamda ufak bir servet eder. Ayrıca bu tür bir kayıt sistemini kullanmak hatırı sayılır bir teknik bilgi ve beceri ister. Dahası tüm bağlantılar harici olduğu için her şeyin tamamen doğru şekilde bağlanması gerekir.

Üç kayıt sisteminden ikincisi genellikle *kutu stüdyo* (SIAB, Studio-In-A-Box) olarak anılan sistemdir. Bu sistemde kaydediciler, mikserler, efekt işlemciler ve diğerleri olmak üzere her şey tek bir birim içindedir. Böylece harici bağlantılar konusunda endişelenmenize gerek kalmaz. Bununla birlikte, harici aletler ve mikrofonlar kullanılabilmektedir fakat kayıt için ihtiyacınız olan her şey kutunun içindedir ve portatiftir. Bu, stüdyonuzu yanınızda taşımaya benzer. Hatta çoğu durumda bir elektrik kaynağına bile ihtiyacınız olmaz; çoğu SIAB biriminin kendi pili vardır. Kendi kendine yeten ve kullanımı çok daha kolay olan bu sistemlerde bir de klavye vardır ve çok güvenilirdirler.

Gel gelelim birtakım kusurları da yok değildir. Her şeyden önce SIAB sistemlerinin birçoğu çok pahalıdır ve teknolojinin hızlı gelişimiyle birlikte çok hızlı bir şekilde demode olurlar. Dahası, bunlarda bilgisayar tabanlı sistemlerin esnekliği de yoktur.

"İş istasyonu" (workstation) SIAB sisteminin bir türüdür. Bu, bir dizici, bir klavye ve genellikle birçok ses içeren bir birimdir. Yine bir klavye, bir dizici ve seslerin tümünün bir birim içinde bulunması avantajına sahiptir. Harici birimler için bağlantı gereksinimi halen devam etmekle birlikte bu birimleri kullanarak yüksek

kalitede profesyonel kayıtlar yapmak daha kolaydır. Ancak bunlar da pahalı olabilmektedir (son yıllarda "iş istasyonu" ve "SIAB" ile ilgili terminoloji giderek bulanıklaşmıştır ve bu terimler bazen birbirinin yerine kullanılmaktadır).

Üçüncü sistem, günümüzde çoğu amatör ve birçok profesyonel müzisyen tarafından kullanılan ve kesinlikle en ucuz olan sistemdir. Bu bilgisayar tabanlı veya yazılım dizicili bir sistemdir. Bu tip bir sistemin ana maliyet kalemlerinden biri bilgisayardır ancak çoğu insanın hali hazırda bir bilgisayarı olduğundan, bu bir sorun teşkil etmez. Hem PC hem Mac bilgisayarlar bu tip bir sistemle iyi bir şekilde çalışmaktadır. Diğer bir ana gider kalemi ise MIDI donanımlı bir klavyedir. Bu klavyelerin fiyatları, birkaç yüz dolardan birkaç bin dolara değişebilen bir yelpazededir. Bilgisayar tabanlı bir sistemin diğer gereksinimleri bir MIDI kayıt yazılımı, bir MIDI-bilgisayar arayüz birimi, belki bazı harici ses modülleri ve nispeten büyük bir depolama kapasitesi olan iyi bir ses kartıdır.

## MIDI Üzerine Bir Tanıtım Metni

MIDI, modern elektronik müzikte bu denli büyük rol oynadığı için bunu daha ayrıntısıyla ele almak yerinde olur. Daha önce gördüğümüz gibi MIDI, çeşitli tipteki aletler ve müzik aygıtları arasında arayüz sağlamak için kullanılan bir işlemdir. Bu, dijital bir sistemdir. Bu yüzden 0'lar ve 1'ler (veya "devrede" ve "devre dışı") şeklindeki dijital verileri kullanır. Bu fikir ilk defa 1981'de American Sequential Circuits'tan Dave Smith tarafından önerilmiş ve hızlı bir biçimde ilgi çekmişti. Günümüzde tüm müzik kayıtları MIDI aygıtları kullanılarak yapılmaktadır ancak MIDI aslında sadece kayıttan daha fazlasını yapmaktadır: Ayrıca pek çok farklı donanım birimini kontrol eder. Özellikle sentezleyicilerin, bilgisayarların, kontrolörlerin ve örnekleyicilerin veri değiş-tokuşuna ve birinin diğerini kontrol etmesine olanak tanır. Hatta biz, MIDI'yi elektronik çalgılar tarafından birbirlerini kontrol etmek için kullanılan kapsamlı bir "müzik komutları" takımı olarak tanımlayabiliriz. Ana iletişim, bir *MIDI mesajıdır*. Bu, bilgisayarınızdaki-

ne benzer şekilde birçok veri baytından meydana gelir. Bizim MIDI veri dosyası dediğimiz ve bir dizi sayıdan (ikili kod düzeninde) başka bir şey olmayan bu bayt grupları birer mesajdır. MIDI veri dosyaları, normal ses dosyalarına kıyasla çok küçüktür ve daha küçük depolama alanı sağladığından, kullanımı daha kolaydır. MIDI veri dosyası sadece bir yönde iletilir ve bu nedenle herhangi bir MIDI çalgısı üzerindeki MIDI arayüzü üzerinde iki farklı MIDI bağlantısı bulunmak durumundadır: MIDI GİRİŞ (IN) ve MIDI ÇIKIŞ (OUT). Pek çok arayüzün üzerinde, birden fazla MIDI aygıtının papatya zinciri düzeninde bağlanmasına olanak tanıyan bir MIDI THRU (düz-geçiş) bağlantısı da bulunur.

MIDI veri akışı genellikle bir klavye veya bir MIDI dizici olan bir MIDI kontrolörü içinde üretilir. Klavyeyi çalmak, MIDI ÇIKIŞ bağlantılarından iletilen bir MIDI veri akışı üretir. Veri buradan çeşitli yerlere gidebilir ama çoğunlukla bir tür MIDI ses modülüne gider. Bu modül, mesajı MIDI GİRİŞ bağlantısından alır. Dizi üzerindeki MIDI çıkış bağlantıları bir veya daha fazla ses modülüne bağlı olabilir.

Şimdi MIDI komutlarının ne yaptığına bakalım. Anlaşılacağı üzere yüzlerce farklı komut veya mesaj bulunmaktadır. Eğer bir klavye ile çalışıyorsak ve bir tuşa –diyelim ki Sol– basarsak, ilk komut çalgıya bir ses üretmesini söyleyen bir dizi sayı olacaktır. Buna "nota devrede" (note on) diyoruz. Piyanoda 88 tuş olduğundan herhangi bir notayı belirtmek için en az bu kadar çok mesaj olması gerekir. Uygulamada, MIDI çalgılarında 128 kadar farklı nota bulunabilmektedir. Aynı şekilde, sesi durdurmak için bir de "nota devre-dışı" (note off) komutunun olması gerekir. Bir tuşa bastığınızda tınlayan notanın belli bir ses şiddeti ve "ardıl dokunma" denilen başka özellikleri vardır. Bunlar da MIDI mesajları tarafından tanımlanır.

Bu mesajlar, bir MIDI diziciye iletildiği takdirde depolanabilir ve düzenlenebilir. Daha sonra düzenlenmiş olan veri, MIDI ÇIKIŞ bağlantıları aracılığıyla diziciden bir ses modülüne iletilerek çalınabilir. Bu ses modülü, sizin klavye üzerinde çalmış olduğunuz aynı nota dizisini tekrar çalarak yanıt verir.

Bu sadece MIDI'nin ne olduğu ve neler yapabileceğiyle ilgili kısa bir özet. Bir sonraki bölümde bunun daha fazla ayrıntısına ineceğiz.

## Mikrofonlar

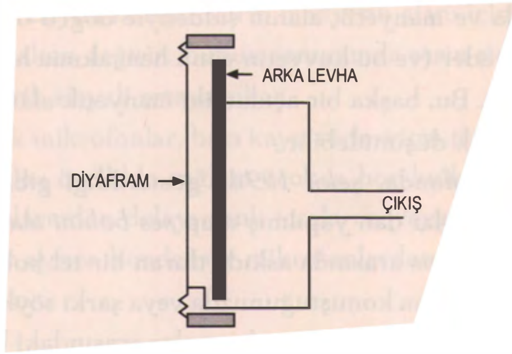
Bir MIDI sistemine doğrudan bağlanamayan bir çalgıyı veya vokal müziğini kaydetmeyi planlıyorsanız, bir veya daha fazla mikrofona ihtiyacınız olacaktır. Tabii mikrofonlara canlı icralarda da gerek duyulmaktadır. Seçebileceğiniz üç tip mikrofon vardır: Kondenser, dinamik ve şerit mikrofonlar.

Bu üç tip, ses dalgalarına verdikleri yanıta göre hafifçe farklılık gösterirken, dinamik aralıkları, frekans yanıtları ve yönelim bakımından aralarında önemli farklar vardır. Dinamik aralık, mikrofonun sesin genliğiyle akustik olarak orantılı, kullanılabilir bir elektronik sinyal ürettiği ses seviyeleri aralığıdır. Örneğin, bazı mikrofonların 0 ila 100 dB arasında dinamik aralığı varken, diğerlerinde bu aralık 60 dB'den 140 dB'e kadar olabilir. Bu yüzden bu seçimi yaparken dikkatli olmanız gerekir. Frekans yanıtı, çeşitli frekanslardaki belli bir ses basıncı için üretilen elektrik sinyalinin ne kadar kuvvetli olduğunu gösterir. İdeal olanı tabii ki gayet geniş bir aralıkta doğrusal bir yanıt olmasıdır. Son olarak yönelim, mikrofonun farklı yönlerden sesi nasıl aldığının bir ölçüsüdür. Buna genellikle mikrofonun ses algılama yönü denir.

Dinamik mikrofonlar, bu üç tip mikrofon arasında frekans aralığının ortasını öne çıkarma eğilimindedir. Kondenser mikrofonlar, frekans yanıtları bakımından dairesel bir şekle sahip olma eğilimindedir. Şerit mikrofonlar ise yüksek frekansları dereceli olarak azaltırken alçak frekanslarda sesleri hafifçe birbirine bulaştırır.

## Kondenser Mikrofonlar

Adından da anlaşılacağı üzere bir kondenser mikrofonun ana bileşeni kondenserdir. Kondenserler (kondansatör olarak da anılır) elektrik ve elektronik endüstrisinde yaygın biçimde kullanılmakta olup, karşıt şekilde yüklenmiş iki levhadan meydana gelir.




**Şekil 108.** Kondenser mikrofon

Levhaların arasında, şiddeti levhalardaki elektrik yükünün miktarına bağlı olan bir elektrik alanı vardır. Bir kondenser mikrofonda, ön levha diyaframdır; metalden veya plastik kaplı veya bazen de Myler [polyester reçineden yapılan bir film] kaplı metalden yapılır ve arka levha denilen diğer levhanın önünde askıda durur *(Şekil 108)*. Diyafram ile arka levhaya küçük bir gerilim uygulanarak bunlar arasında bir elektrik alanı oluşturulur. Diyaframa doğru konuştuğunuzda veya şarkı söylediğinizde diyafram titreşir. Bu titreşimler, levhalar arasındaki mesafeyi ve dolayısıyla elektrik alanını değiştirir. Bu değişim, yükselticiye gönderilen bir elektrik sinyali üretir.

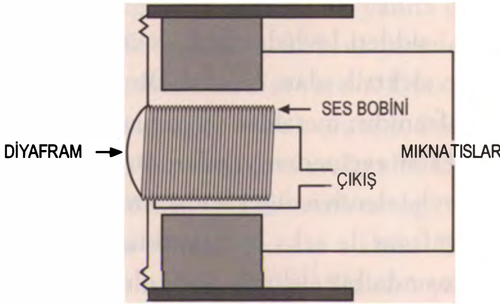
Kondenser mikrofonlar iki ana türe ayrılır: Küçük diyaframlı ve büyük diyaframlı. Küçük diyaframlı mikrofonların mükemmel bir yüksek frekans yanıtı vardır ve bu yüzden bunlar yaylı çalgılar ve akustik gitar kayıtları için iyidir. Büyük diyaframlı mikrofonlar başlıca vokal için kullanılır. Bunlar, mükemmel orta ve yüksek frekans yanıtıyla birlikte sıcak ve daha tok ses üretir.

## Dinamik Mikrofonlar

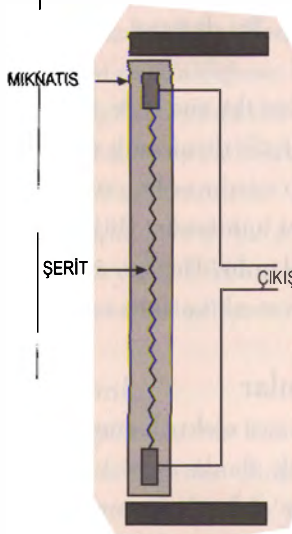
Dinamik mikrofonlar sesi elektrik enerjisine çevirmek için kondenserlerden (ve elektrik alanlarından) ziyade manyetik alanları kullanır. Bu mikrofonlar elektrik motorlarında kullanılan ilkenin aynısını kullanır. Yani bir manyetik alan içindeyken akım taşıyan

bir tele, akımla ve manyetik alanın şiddetiyle doğru orantılı olan bir kuvvet etki eder (ve bu kuvvetin yönü hem akıma hem manyetik alana diktir). Bu, başka bir açıdan iki manyetik alan arasındaki etkileşim olarak düşünülebilir.

Dinamik mikrofonda, *şekil 109*'da gösterildiği gibi diyafram plastikten veya Mylar'dan yapılmış olup *ses bobini* olarak adlandırılan ve iki mıknatıs arasında askıda duran bir tel bobini önüne yerleştirilir. Mikrofona konuştuğunuzda veya şarkı söylediğinizde diyafram hareket eder ve bu da mıknatıslar arasındaki bobini hareket ettirir. Ses bobini içinden küçük bir akım geçer ve ses bobi-




**Şekil 109.** Dinamik mikrofon.




**Şekil 110.** Şerit mikrofon.

ni onu çevreleyen mıknatısların manyetik alanı içinde hareket ettiğinde bu akım değişir. Bunun sonucunda sesin şiddeti ile orantılı bir elektrik sinyali ortaya çıkar.

Dinamik mikrofonlar, bazı kayıt türleri için tercih edilmiyor olsa da bunlar özellikle sağlam (çokça hor kullanıma karşı dayanıklı) oluşlarından dolayı canlı icralarda yaygın biçimde kullanılır. Bunlar ayrıca kondenser mikrofonlardan kayda değer biçimde ucuzdur.

## Şerit Mikrofonlar

Şerit mikrofonlar, dinamik mikrofonların çalışma ilkeleriyle aynı ilkeler üzerinden çalışmaktadır. Temel fark, bir ses bobini yerine alüminyum bir şerit kullanılmasıdır *(Şekil 110)*. Diyafram, şeridin önünde yer alır.

Şerit mikrofonlar "ipeksi" yumuşak bir ses verdiği için müzisyenler tarafından tutulmaktadır ancak bunlar gayet narin ve pahalıdır.

## Kutupsal Şekilleri

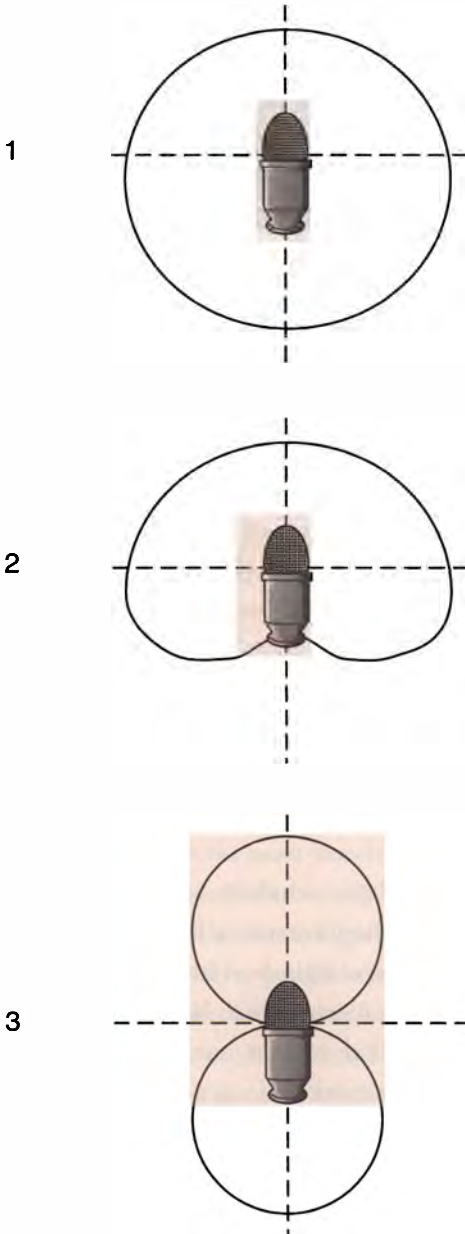
Bu üç tip mikrofonun her biri, sesi belli yönlerden alma yetisindedir. Mikrofonun alması gereken sesin ne olduğuna bağlı olarak mikrofonun dairesel (omni-directional, tüm yönlü), kardioid (uni-directional, tek yönlü), sekiz figür (bi-directional, çift yönlü) olmasını isteyebilirsiniz *(Şekil. 111)*. Dairesel mikrofonlar, mikrofonun 360 derece etrafından ses alabilmektedir. Bunlar, özellikle büyük bir müzisyen grubunun veya bir orkestranın kaydında kullanışlıdır. Kardioid mikrofonlar sadece doğrudan önlerindeki sesi alır. Bunlar, mikrofonun yanından ve arkasından gelen gürültüyü kontrol altına almak istediğinizde kullanılışlıdır. Son olarak, sekiz figür algılama örüntüsü olan çift yönlü mikrofonlar, diğer bir deyişle sesi iki yönden (genellikle birbirine göre 180 derece) alan mikrofonlardır. Bunlar, özellikle aynı anda iki müzisyenin kaydedilmesinde kullanışlıdır. Çoğu mikrofon yükseltilmesi gerekli olan zayıf bir sinyal üretir; bu ise bir ön yükseltici ile yapılır.

## Monitörler (Hoparlörler)

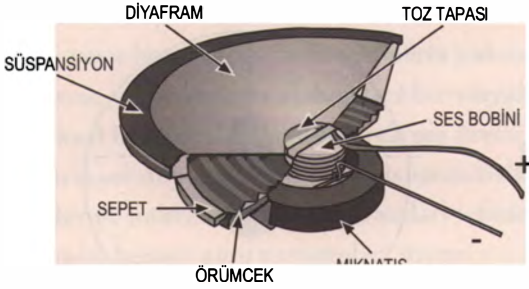
Monitörler veya hoparlörler, mikrofonlarla yakından ilişkilidir. Mikrofonlar sese yanıt verir ve elektriksel bir sinyal üretir. Monitörler, elektriksel bir sinyale yanıt vererek ses üretir. Kısacası monitörler, elektriksel sinyali tekrar sesi oluşturan fiziksel titreşimlere tercüme eder ve mikrofonların diyaframları içinde üretilen o titreşimlerle hemen hemen aynı titreşimleri üretir.

Monitör içinde titreşimleri üreten birime *sürücü* denir. Sürücü kâğıttan, metalden veya plastikten yapılmış ve *süspansiyonun* geniş ucuna takılı olan esnek bir koniden (diyafram) meydana gelir. Süspansiyon ise *sepet* denilen sürücü çerçevesine bağlıdır. Koninin dar ucu bir ses bobinine (mikrofondakine benzer) bağlıdır. Bu bobin, bir *örümcek* veya esnek malzemeden yapılma bir halka tarafından yerinde tutulmaktadır. Bu parçalar, *Şekil 112*'de gösterilmiştir.

Daha önce bir ses bobininin mikrofonla bağlantılı olarak nasıl çalıştığını açıklamıştım. Ancak ses bobininin tümüyle buna denk fakat görünüşte farklı bir şekilde açıklanabilir olduğunu göstermenin faydalı olacağını düşünüyorum ve burada onu yapacağım. Ses bobini aslında bir elektromıknatıstır. Diğer bir deyişle bir parça demirin etrafındaki bir tel sargıdır. Bobin, içinden akım geçtiğinde bir mıknatıs gibi davranır. Monitördeki bobin, kuzey ve güney kutupları olan sürekli bir mıknatısla çevrelenmiştir. Ses bobininin de kuzey ve güney kutupları vardır ve bu kutuplar mıknatısınkilerle sürekli etkileşime girer. Herkesin bildiği gibi aynı kutuplar birbirini iterken, kuzey ve güney kutupları birbirini çeker. Bobinden geçen akım alternatif akım (AC) olduğundan akım yönü sürekli değişmektedir ve bu da bobinin kutbunun sürekli değişmesine sebep olur. Bu durum bobin üzerinde ileri ve geri yönde bir kuvvet *oluşturur ve bobinin* mıknatıs içinde bir piston gibi sürekli ileri-geri hareket etmesine sebep olur. Diğer bir deyişle elektrik akımı yön değiştirdiğinde bobinin alanı tersine döner ve bu bobin ile mıknatıs arasındaki manyetik gücü değiştirir.




**Şekil 111.** Mikrofonun kutupsal şekilleri: en üstte, dairesel; ortada, kardioid; altta, sekiz figürlü.




**Şekil 112.** Bir monitörün veya hoparlörün ayrıntılı yapısı.

Bobin diyaframa (koniye) bağlıdır; bu yüzden bobin hareket ettiğinde diyafram da hareket eder. Bu da koninin önündeki havayı titreştirerek bir ses dalgası yaratır. Bobinin hareketi büyüdükçe, koninin hareketi (yani dalganın büyüklüğü) de büyür. Hareketin birim zamandaki sayısı frekansı temsil eder. Olan biten sadece bu kadar olsaydı işler kolay olurdu ancak bu kadar değildir. Sesin frekans aralığı daha geniş olduğundan makul bir verimlilik için birçok farklı tipte sürücü gerekir. Bas hoparlörleri (woofer) en büyük hoparlörler olduğundan alçak frekans sesleri üretir. Tiz hoparlörler (tweeter) en küçükleridir ve yüksek frekans sesleri üretir. Orta tayf monitörleri, frekans aralığının ortasındaki frekansları üretir.

Ebatlardaki farklılığın sebebini anlamak çok kolaydır. Alçak frekans sürücüleri daha yavaştır ve bunların çok daha fazla havayı hareket ettirmesi gerektiğinden daha büyük olmaları anlamlıdır. Yüksek frekans sürücülerinin hızlı hareket etmesi gerekir, o yüzden bunların daha küçük olması mantıklıdır.

Sinyal, bir birim içindeki iki veya muhtemelen üç sürücü arasında frekansına göre bölünmek durumundadır. Bunu sağlayan ve kondansatörlerden ve indüktörlerden meydana gelen ağa, aktarma şebekesi denir. Aktif ve pasif olmak üzere iki tür aktarma şebekesi vardır. Pasif aktarma şebekesinde harici bir güç kaynağına gerek yoktur. Bunlar, geçmekte olan sinyal tarafından hareke-

te geçirilir. Aktif aktarma şebekelerinde her sürücü için bir yükselticiye gerek vardır. Pasif tip daha yaygındır.

Sürücüler ve aktarma şebekeleri, monitör kabini olarak adlandırılan tek bir birim içinde yer alır. Kabinin genel yapısının az bir öneme sahip olduğu düşünülebilir ama aslında çok önemlidir. Hoparlörlerdeki temel problemlerden biri, ileri ve geri hareket eden diyaframdır. Böylece diyafram hem ileri hem geri yönde ses dalgaları üretir (koninin ön ve arka tarafında). Bu ses dalgaları birbiriyle girişimde bulunabilir. Kabin düzeni içinde bununla başa çıkmanın pek çok yolu vardır. Bunlardan biri, *yalıtımlı kabin* olarak adlandırılır. Bu tipte kabin, tümüyle yalıtılır ve böylece öne doğru hareket eden ses dalgaları odanın içine doğru yayılırken arkaya doğru hareket eden ses dalgaları kutunun içinde durdurulur. Bazı tasarımlarda arkaya hareket eden ses dalgaları, öne doğru hareket eden ses dalgalarını destekleyecek şekilde öne doğru yönlendirilir. Bu tip kabine sahip olan monitörlere, *bas yansıtmalı* monitörler denir.

Yukarıda değindiğim şekildeki dinamik monitörler en yaygın olanlarıdır ancak başka tipler de mevcuttur. Bu tiplerden biri, *elektrostatik monitör* olarak adlandırılan monitördür. Bu tipte, büyük ve ince bir kondüksiyon paneli diyafram olarak kullanılır. Bu panel, yüklenmiş olan iki sabit kondüksiyon paneli arasında askıda durur. Paneller, kondenser mikrofondakine benzer bir elektrik alanı üretir. Ses sinyali, askıdaki panelden geçirilir ve sinyalde meydana gelen değişiklikler paneli arka panele göre hareket ettirir. Diğer bir tip, şerit mikrofondakine benzer şekilde iki manyetik panel arasında asılı duran uzun bir metal çubuk kullanan ve *düzlemsel manyetik* monitör olarak adlandırılan monitördür.

Ne tip olursa olsun tüm monitörler kullanıma göre iki kategoriye ayrılır: Yakın mesafe ve uzak mesafe. Yakın mesafe monitörler, yaklaşık bir metre mesafede en iyi sesi veren monitörlerdir ve stüdyolarda yaygın biçimde kullanılır. Uzak mesafe monitörler, bir metreden daha büyük mesafelerde kullanılır.

## Sesi Kaydetmek: CD'ler ve DVD'ler

Uzunçalar plaklar –vinil LP'ler– müzik depolamak için uzun yıllar kullanılan standart gereçlerdi. Ses, dış kenardan başlayıp merkeze giden sarmallar halindeki spiral oluklar içine kaydedilmekteydi. Bir oluğa yakından baktığınızda dalgalı gibi, tam olarak yüzeye 45° açıyla uzanan tepeler ve vadiler dizisi seklinde görünürdü. LP'lerin yerini nihayetinde bugün halen kasetler için de kullanılan manyetik bantlar aldı. Bu bantlar, içindeki değişen manyetizma bölgeleri, kayıt aygıtı içindeki alternatif elektrik akımlarından elde edilen manyetik alanlar ile oluşturuluyordu. Diğer bir deyişle bandın yüzeyindeki atom taneleri, bunlara uygulanan manyetik alana bağlı olarak farklı biçimde hizalanıyordu.

Şu an hemen hemen tüm müzikler, kompakt diskler (CD'ler) üzerine kaydedilmektedir. Çoğu müzik mağazasında sadece CD'ler ve kasetler (ve DVD'ler) bulunuyor. Müzik, bir CD üzerine dijital biçimde kaydedilir; diğer bir deyişle müzik, tekrar üretilmesini sağlayan bir sayılar dizisi seklinde depolanır. Örnekleme, saniyede 44.100 kere yapılır ve elde edilen bilgi küçük bir disk üzerindeki spiral bir iz üzerine depolanır. Burada plaklardan farklı olarak izin başlangıcı dış kenarda değildir; merkezden başlayıp dış kenara doğru spiral şeklinde gider. İz üzerinde bir küçük tümsekler ve düz alanlar dizisi yer alır. Bu mesaj, disk dönerken (genellikle dakikada 200 ila 500 dönüş) ize nişanlanmış olan küçük bir lazer ışını tarafından okunur. Lazer ışını, düz bölge üzerindeyken mükemmel biçimde geri yansır fakat bir tümseğe çarptığında ışın dağılır. Sonuç, bir parlak ve karanlık bölgeler dizisidir. Yansıyan ışık, parlak bölgeleri "devrede" olarak okuyan ve karanlık bölgeleri "devredışı" olarak okuyan bir algılayıcıya yönlendirilir. Bu devrede ve devredışı alanlarının her biri sayısal bilginin bir "bit"idir ve bunlar 1 (devrede) veya 0 (devredışı) olarak depolanır. Böylece sonuç 01001100110 gibi bir şey olur. On altı bit bir "sözcük" oluşturur ve müzik CD'lerinde 65.536 sözcük olanağı vardır. Sesin dalga biçimi, bu sözcükler kullanılarak kodlanır. Bu işleme, atım kodu kiplenimi veya kısaca PCM (Puls Code Modu-

lation) denir. Disk dönerken, sağ ve sol kanallardan her saniyede 44.100 "örnek" toplanır. Bunlar, sayıları alıp müziksel bir dalga biçimi üretmek için kullanan bir dijital-analog (dijitalden-analoga) dönüştürücüye (DAC) gönderilir. Sinyal bundan sonra yükselticiye ve son olarak da hoparlörlere veya monitörlere gönderilir.

1997 yılı, aynı ebattaki disk (yaklaşık 12 cm) üzerine 20 kat daha fazla bilgi depolayabilen yeni bir disk tipinin ortaya çıkışına tanık oldu. DVD olarak adlandırılan bu disk, film endüstrisinde devrime yol açtı. Böylece filmler, küçük disklere konulabildi ve elbette şu ana kadar üretilmiş hemen her film DVD üzerinde tedarik edilebilmektedir.

# MIDI Kayıt Yapmak

MIDI yirmi yıldan fazladır kullanımda ve hem amatörler hem profesyoneller için kayıt işleminin odağı haline gelmiş durumda. Geçen bölümde bununla ilgili kısa bir giriş yapmıştık şimdi bu bölümde, bunu daha ayrıntılı olarak göreceğiz. MIDI ile ilişkilendirdiğimiz özellik genellikle kayıttır ama aslında MIDI'nin bundan çok daha fazla özelliği var. MIDI'nin başka bir önemli özelliği de diğer MIDI aygıtlarının tetiklenmesidir. Bu da ses ile ilgili bilginin depolanması ve iletimi bakımından ayrıca önemlidir.

En basit haliyle MIDI sisteminin dört şeye gereksinimi vardır:

1. ses üreteci
2. MIDI kontrolör
3. dizici
4. MIDI arayüzü

*Ses üreteci,* adından da anlaşılacağı üzere, ses üreten bir aygıttır. Ses modüllerinin, örnekleyicilerin, davul makinelerinin ve klavyelerin de dâhil olduğu pek çok farklı aygıt bu kategoriye girer. Daha sonra bu bölümde, bunların her biri hakkında epeyce ayrıntılı olarak konuşacağım. *Kontrolör,* MIDI komutlarını kont-

rol eden birimdir. Özetle diğer MIDI aygıtlarını kontrol eden herhangi bir MIDI aygıtıdır. Bu aygıt, bir klavyeden bir diziciye her şey olabilir. MIDI *dizici,* sistemin merkezidir ve ana işlevi kayıt yapmak olduğundan kimi zaman sadece *kaydedici* olarak anılır. Uygulamada bu bir donanım veya bir yazılım olabilir. Dizici yazılımları, günümüz kayıt endüstrisinde gittikçe daha fazla kullanılmaktadır, bu yüzden biz onlara odaklanacağız. Son olarak bilgisayarın, düzenek içindeki diğer MIDI aygıtlarla "konuşabilmesi" için bir MIDI *arayüzü* gereklidir.

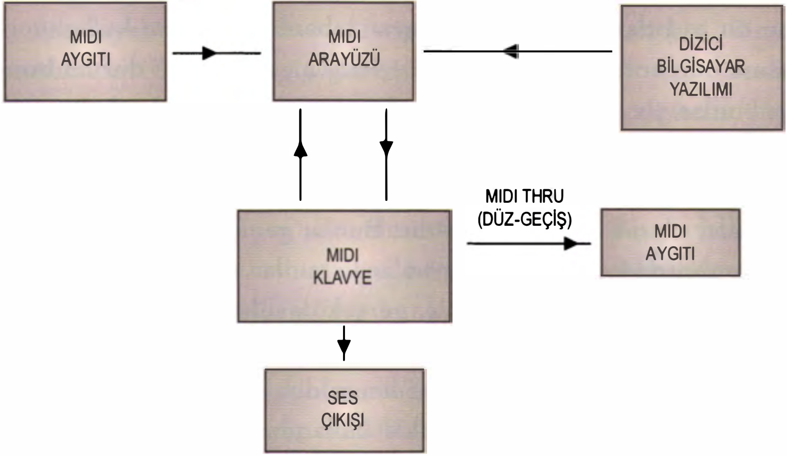
## Bağlantılar

Ayrıntılara gelirsek; şimdi bir MIDI sistemi için tam olarak ne gerektiğine ve bunların nasıl kurulduğuna bakalım. Bu, büyük oranda kurmayı planladığınız sistemin tipine bağlıdır. Ben çoğunlukla yazılım sistemleri hakkında konuşacağımdan bu tür bir sistemin temel gereklerini listeleyerek başlayacağım. Bunlar:

- Bilgisayar,
- MIDI donanımlı klavye,
- MIDI dizici yazılımı,
- MIDI arayüz birimi,
- Uygun MIDI kabloları.

Sisteminizin ne kadar ayrıntılı olmasını istediğinize bağlı olarak pek çok düzenek kurmak mümkündür. Kuşkusuz, önünde sonunda harici ses isteyeceksiniz ama bunu sonraya bırakıyorum. *Şekil 113,* tipik bir sistemin şemasını göstermektedir.

Bilgisayarlar genellikle MIDI GİRİŞ ve MIDI ÇIKIŞ bağlantıları ile donatılmış halde değildir; bu yüzden ya USB bağlantısını ya da kimi durumlarda paralel veya seri bağlantıları kullanmanız gerekir. Bunun için MIDI arayüzü olarak anılan küçük bir kutu lazımdır. MIDI GİRİŞ ve MIDI ÇIKIŞ bağlantıları ile bilgisayar bağlantısı için bir USB bağlantısı içeren bu kutular çeşitli tip ve biçimlerde sunulmaktadır. Çeşitli arayüz kutuları tipleri arasın-




**Şekil 113.** Tipik bir MIDI sistemi şeması.

daki temel fark, MIDI GİRİŞ ve ÇIKIŞ bağlantılarının sayısıdır. Ucuz olanlarında sadece iki tane varken dört hatta sekiz adet GİRİŞ ve ÇIKIŞ bağlantısı olan kutular da mevcuttur. Eğer birçok harici MIDI aygıtı kullanıyorsanız, çok bağlantılı bir kutuya ihtiyacınız olacaktır.

Bazı arayüz kutularında bir MIDI THRU (Düz Geçiş) bağlantısı da vardır. Eğer klavyenizin bir MIDI THRU bağlantı ucu yoksa MIDI arayüzünüz üzerinde bunlardan bir tane bulunmasını isteyebilirsiniz. Bu bağlantı ucu kullanılarak çok sayıda aygıt ile "papatya zinciri" kurulabilir. Diğer bir deyişle aygıtlar, bir zincir düzeni içinde birbirine bağlanabilir.

MIDI aygıtlarını bağlamak için kullanılan kablolar beş iğneli (erkek) veya beş yuvalıdır (dişi). Tüm MIDI aygıtlarınızın doğru biçimde bağlandığından emin olmak önemlidir. Tek bir kablo 16 farklı kanala bilgi taşır. Farklı bağlantıların düzgün çalışabilmesi için verici (MIDI sinyalini gönderen aygıt) ve alıcı (sinyali alan aygıt) aynı kanala ayarlanmalıdır. Tıpkı televizyonunuzda olduğu gibi, bir kanalda ne olduğunu görmek ve duymak istiyorsanız sistemi uygun kanala ayarlamanız gerekir.

*Şekil 113*'te birkaç tane "MIDI" aygıtı görülmektedir. Bunlar ne tür aygıtlardır? Eğer bilgisayar tabanlı bir sistem kullanıyorsanız bunların çoğu yazılımınız içinde mevcuttur ve durum buysa bunlar, siz onlara gereksinim duyana kadar bilgisayarınızın bir yerinde depolanmış halde durur. Fakat diğerleri, harici donanım birimleri olabilir. Davul makineleri, halen yaygın biçimde harici birimler olarak kullanılmaktadır. Bunlar genellikle yüzlerce farklı davul ritmi içerir. Kimi durumlarda bunlar, sentezlenmiş seslerken diğer durumlarda bu sesler gerçek davul seslerinin kullanıldığı örnekleyicilerden gelmiş olabilir.

İster harici birimler, ister yazılım şeklinde olsun, örnekleyiciler MIDI sistemlerde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bunlar, yüzlerce farklı sesten oluşan kitaplıklar içerir ve günümüzde kayıt endüstrisinde geniş çapta kullanılmaktadır. Bunları ileride ayrıntısıyla ele alacağız. Çeşitli tipteki *ses modülleri* de kullanılabilmektedir. Bu modüller genellikle sentezleyicilerin veya davul makinelerinin küçültülmüş sürümleridir ve harici olarak tetiklenmeleri gerekir.

Tüm bağlantıları yaptıktan sonra ilk yapmanız gereken şeylerden biri tüm birimleri *senkronize etmektir*. Bu işlem birçok adımı içerebilir. Hepsinden önce MIDI komutlarını hangi birimlerin göndereceğine ve hangi birimlerin alacağına karar vermelisiniz. Göndericiye "efendi", alıcıya ise "köle" denir. Örneğin, iki klavyeniz varsa hangisinin efendi, hangisinin köle olacağını belirlemeniz gerekir. Bu işlem genellikle aygıtınız içindeki yazılım içinde bulunan bir çevirme kutusundan yapılır. Ayrıca dizicinizi, ses modülleri gibi çeşitli harici birimler ile senkronize etmeniz gerekir. Çoğu durumda, bunu nasıl yapacağınız el kitabında anlatılır. Son olarak, herhangi bir ses kaydı yapıyorsanız, dizicinizi ses ile senkronize etmeniz gerekir. Yine bunun nasıl yapılacağını anlatan en iyi yer, aygıtınızın el kitabı olacaktır.

## Bilgisayar Tabanlı bir Düzenek için Yazılım

Bilgisayar tabanlı düzeneklerin ana parçalarından biri, dizici yazılımıdır. Buna bazen *yapım* (prodüksiyon) yazılımı da denir. Vaktiyle bu bileşen sadece bir diziciden meydana geliyordu ama şimdilerde genellikle daha fazlasını içeriyor ve buna sayısız örnekleme ve çeşitli tiplerdeki diğer ses izleri de dâhildir.

Yazılım tabanlı yapım sistemleri, artan bir hızla yaygın hale geliyor; bunun ana nedeni, maliyet ama bunun dışında başka avantajları da var. Hepsinden önce bunlar sadece bilgisayarınızın belleği (veya gücü) ve hızı ile sınırlıdır ve modern bilgisayarlar bu her iki etmen bakımından gayet gelişmiş haldedir. Buna ek olarak, bilgisayarların geniş ekranları, kutu stüdyo birimlerinin küçük ekranlarına göre göz için daha rahattır ve böylece düzenleme işi çok daha kolaylaşmaktadır. Daha sonra göreceğimiz gibi, sesin sisteme entegre edilmesi, senkronize etme ve miksaj gibi işlemlerin tümü bilgisayar tabanlı sistemler kullanıldığında daha kolaydır. Diğer yandan, en büyük avantajlardan biri, yazılım endüstrisinin hızlı ilerleyişiyle her geçen yılda daha yeni, daha iyi, daha kullanıcı dostu sistemlerin piyasaya çıkmasıdır.

Piyasadaki tüm dizici yazılımlarını ele alacak değilim ancak bunlar genellikle birbirine benzer. Bazısı diğerinden daha güçlüdür ve çoğu durumda geçerli olduğu üzere ne öderseniz, onu alırsınız. Dizici yazılımlarından bazıları sadece Mac bilgisayarlar için bazıları ise sadece PC'ler için üretilmiştir ancak çoğu durumda hem Mac hem PC için sürümleri mevcuttur. En tanınmış dizici yazılımlarından biri Cakewalk tarafından çıkarılmış olan SONAR'dır. Bu yazılım (diğer çoğu sistem gibi) her yıl güncellenir. En son sürümü, 64-bit ses kaydı ve çok sayıda çalgı, efekt ve daha birçok özellik içermektedir. Ayrıca hem ses hem MIDI için çok sayıda kanalı vardır.

Diğer bir yaygın dizici yazılımı Cubase'tir. Bu ve Nuendo, her ikisi de Steinberg tarafından üretilmiştir. Her iki yazılımda da çok sayıda MIDI ve ses kanalı, sayısız sanal çalgılar ve güçlü miksaj birimleri bulunmaktadır. En tanınmış sentezleyici yazılımlarından

ikisi Sony tarafından üretilmiş olan ve son birkaç yılda oldukça yaygınlaşan Sound Forge ve Acid Pro'dur. Acid-Pro, "loop tabanlı" [önceden kaydedilmiş ses döngüleri tabanlı] bir yazılımdır. Burada anmaya değer diğer birkaç yazılım Logic Pro, Peak Pro ve Live 5'tir.

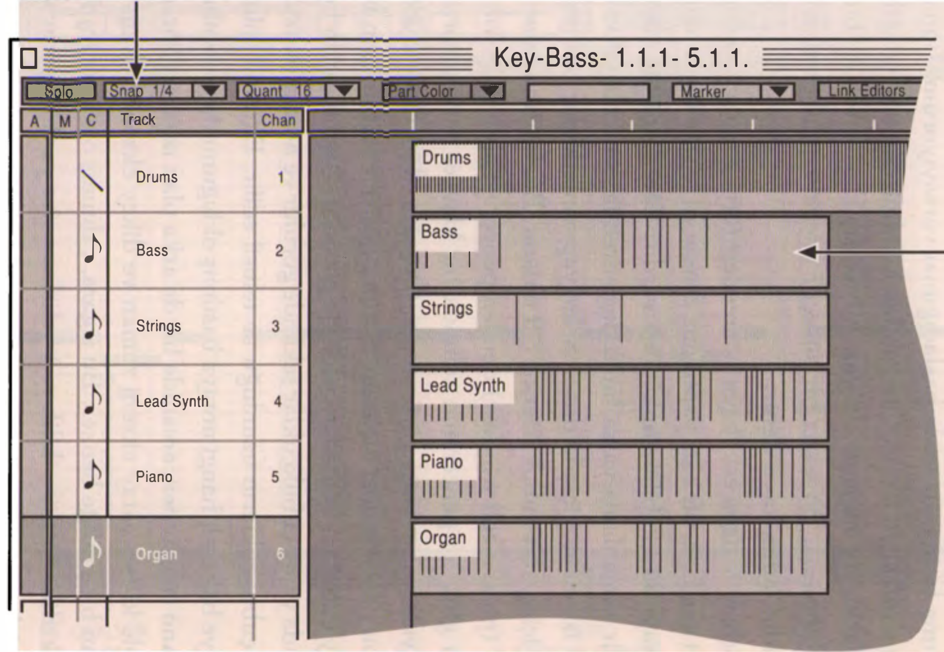
Sizin için en iyi olan sistemin ne olduğu, ne kaydetmek istediğinize, ne kadar ayrıntılı bir sistem istediğinize ve neyi satın alabileceğinize bağlıdır. Fiyatlar, minimal bir sistem için y z dolar gibi küçük bir rakamdan daha ayrıntılı bir sistem için bin dolar üzerine çıkabilen bir yelpazede olabilmektedir.

## MIDI Kayıt Yapmak

Ayrıntılara girmeden önce MIDI kaydı ile ilgili genel bilgiler vereceğim. Önceki bölümde gördüğümüz gibi, birçok yazılım işlemcisi vardır ve bunların hepsi birbirinden biraz farklıdır. Bunların nasıl kullanılacağını genel hatlarıyla tarif edeceğim. İşlemlerin, kullandığınız sisteme (eğer kullanıyorsanız) göre bazı farklılıklar gösterdiğini fark edebilirsiniz ama bana izin verirseniz, ana işlevlerin çoğunun aynı olduğunu göreceksiniz.

Yapacağınız ilk şey, yazılımınızı bilgisayarınıza yüklemek ve düzgün çalışmasını sağlamaktır. Uygulamayı açtığınızda, ana ekranın üst kısmında, çoğu kelime işlemcide olduğu gibi, birçok araç çubuğu resimciği görürsünüz. Bunlar, MIDI dizilerinin kaydını, düzenlenmesini ve oynatılmasını kontrol eder. Bu aşamada şarkınıza bir çalışma başlığı vermek iyi olur. Bundan sonra şarkınızı kaydetmek için bir *kanal* (track) yaratırsınız. Buna, "Kanal 1" diyebilirsiniz. Diziciyi başlatmak için genellikle *hareket* (transport) penceresi olarak anılan yeni bir pencereye gitmeniz gerekebilir. Burada göreceğiniz tuşlardan üçü Kaydet, Oynat ve Dur tuşlarıdır. Bunlar herhangi bir ses kaydedici üzerindeki kaydet, oynat ve dur düğmeleri gibi çalışır: Kaydet tuşuna tıkladığınızda kayıt başlar ve dur tuşuna bastığınızda durur. Kaydı çalmak için oynat tuşunu kullanırsınız.

KAPMA HASSASİYETİ MENÜSÜ
YATAY ÇUBUKLARIN, ÖLÇÜNÜN HANGİ
ORANI HASSASİYETİNDE SÜRÜKLENEBİLECEĞİNİ BELİRLER




KANALLAR 2-6
KOPYALANMAYA HAZIR

**Şekil 114.** Bir kayıt yazılımı uygulamasının ana penceresi.

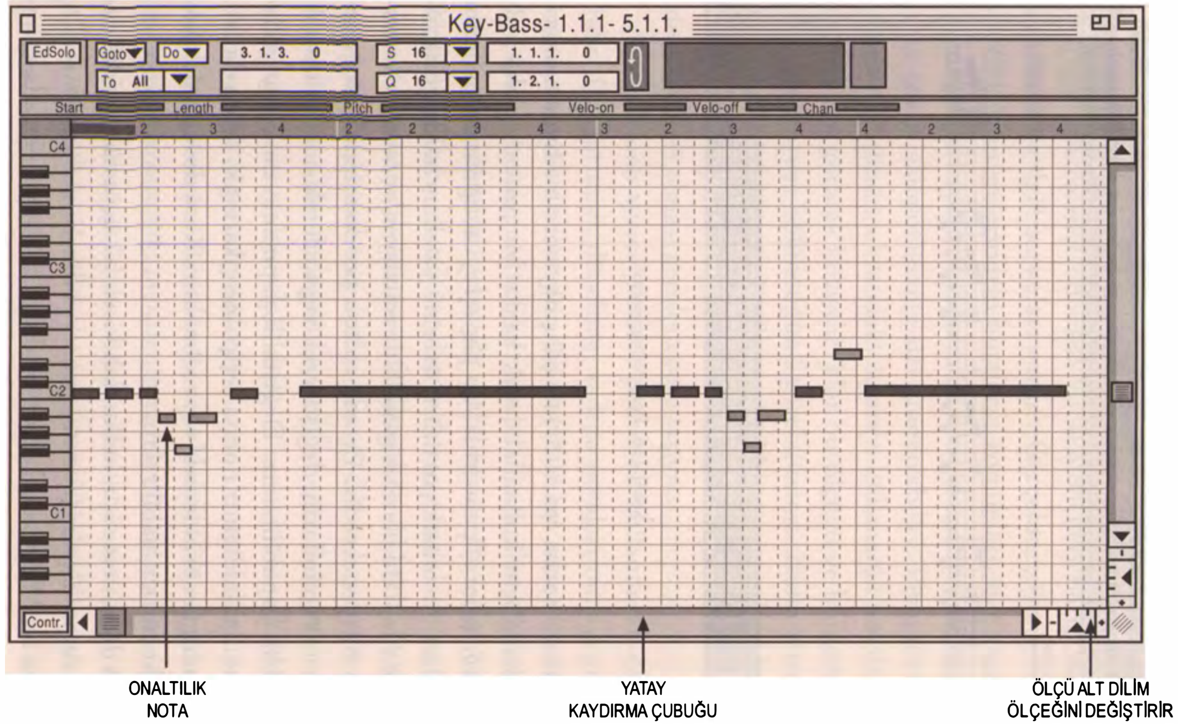
Kaydı bitirdiğinizde ekranda Kanal 1 içinde, *Şekil 114*'te görüldüğü gibi yatay bir çubuk görürsünüz. Bu çubuk, çalınmış olan notalara karşılık gelen dikey çubuklar içerecektir. Dur tuşuna çift tıklayıp, ardından oynat tuşuna tıklayarak (bu sistemden sisteme farklılık gösterebilir) çaldığınız şeyi duyabilirsiniz.

Yukarıdaki yönergelerimde, çalmaya olağan şekilde, yani kayıt tuşuna bastığınız anda başladığınızı varsayıyorum. Buna, *gerçek-zamanlı* kayıt denir. Öte yandan kendinizden emin değilseniz, bunu farklı bir biçimde de yapabilirsiniz: Her seferinde bir nota aktarabilirsiniz. Bu sıkıcı bir süreçtir ancak yapılabilmektedir ve buna adım-adım kayıt denir.

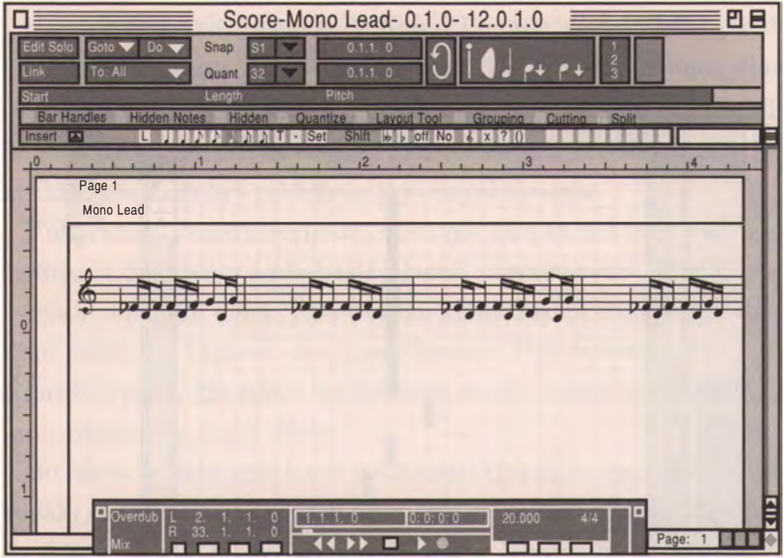
Bu işlem ile daha eski kayıt yöntemleri (örneğin, teyp kaydı) arasındaki ana fark, bir hata yaptığınız zaman en baştan başlamamanızdır. İcrayı düzeltebilme imkânınız vardır. Eğer kötü bir nota veya kötü bir zamanlama varsa bunu değiştirebilirsiniz. Hatta bu işlem, kelime işlemciniz içinde düzeltmeler yapmanız kadar basittir. Düzeltme için yatay çubuk üzerine çift tıklanır. Bu, "piyano rulosu penceresi" (piyano roll window) denilen pencereyi açar ve *Şekil 115*'te olduğu gibi, bu pencerenin solunda bir klavye, ekranın ortasında çok sayıda yatay çizgi görürsünüz. Örneğin, dört ölçü kaydetmişseniz bu pencere dört ölçünün tümünü gösterir ve bunların her biri yatay çubuğun bölümleri şeklinde görünür. Basılmış olan her nota aslında yatay çubukçuklar şeklinde görülür ve notaların uzunluğu da bu çubukçukların uzunluğu ile temsil edilir. Ekranın solundaki klavyeye bakarak hangi notaya basılmış olduğunu da görebilirsiniz.

Piyano rulosu penceresinde bir de arka plan ızgarası göreceksiniz; öyle ki bu, yatay ekseni zaman ve dikey ekseni frekans (perde) olan bir grafiğe benzer. Bu ızgara, çalınmış olan notanın türünü (sekizlik, dörtlük, ikilik vs.) belirlemenize yardımcı olur ve düzeltme işleminde bir önemi yoktur.

Bu pencerede içindeyken herhangi bir değişiklik yapacağınızda, önce düzeltmek istediğiniz çubuğu seçip öne çıkardıktan sonra değişiklik yapabilirsiniz. Çubuğu kısaltabilir, uzatabilir veya yerini değiştirebilirsiniz.




**Şekil 115.** Bir dizicinin, notaları çubuklar şeklinde gösteren piyano rulosu penceresi.




**Şekil 116.** Partitür penceresi.

Eğer müzik notası (partitür) ile çalışmayı tercih ediyorsanız, yine düzenleme için kullanılabilecek başka bir pencere daha vardır: *Partitür* (score) *penceresi*. Bu pencereyi açtığınızda, çalınmış olan notaları bir müzik partitürü üzerine yazılmış halde görürsünüz *(Şekil 116)*. Bu pencere genellikle müzisyenler tarafından tercih edilen bir penceredir. Piyano rulosu penceresinde olduğu gibi, notaların konumlarını değiştirerek veya silerek notalar üzerinde değişiklik yapabilirsiniz. Değişiklik yapmanın en kolay yollarından biri, ilgilendiğiniz notayı seçip öne çıkarmak, sonra da onu yeni konumuna sürüklemek veya silmektir. Kimi dizicilerde, partitürün çıktısını da alabilirsiniz.

Aslında düzenleme için kullanılabilecek bir üçüncü *pencere* daha vardır ve bu *olaylar* (events) penceresidir. Bu pencere size, kanalı oluşturan MIDI olaylarının bir listesini sunar. Burada çalınmış olan notalar görülmez, sadece çok sayıda düşey sütun görülür ve bunlar da önceki iki pencerede olduğu gibi değiştirilebilir. Bu pencere, müzisyenler tarafından düzenleme için sık kullanıl-

maz fakat burada kanal içindeki MIDI "olaylarının" listesi yer aldığı için bilgisayar "delileri" bu pencereyi tercih edebilir.

## Zamanlama ve Transpozisyon

Çoğu müzisyenin (Burada profesyonelleri hariç tutarım) zamanlama ile ilgili sorunları vardır. Gerçekte, piyano rulosu veya partitür pencerelerindeki notaların konumları, size zamanlamanızın ne kadar kaymış olduğunu hemen gösterir (ve başkalarıyla birlikte çokça çalmamışsanız sizi utandırabilir). Piyano rulosu penceresini düşünün; ekrandaki ızgarayı kullanarak notaların nereye düştüğünü görmek kolaydır. Her bir ölçüyü ve bunların her birinin dört vuruşa bölündüğünü görebilirsiniz. Hatta vuruşların her biri de dörde bölünür. Böylece sekizlikleri ve on altılıkları da görebilirsiniz. Bu yüzden, gereken düzeltmeleri yapmak kolaydır: Sadece ölçüleri olması gereken yere taşıyın.

Zamanlama ayrıca partitür penceresi kullanılarak da düzeltilebilir. Bu durumda düzeltme, sadece notaları olması gereken konuma taşımaktan ibarettir. Ne yazık ki bu, sıkıcı bir süreç olabilir. Ancak bunu, menüde yer alan ve "nicemleme" (quantization) denilen bir düzeltme işleviyle aşabilirsiniz. Bu işlev, belli bir aralıktaki notaların, hatta tüm bir şarkının zamanlamasını düzeltmenize imkân tanır ancak bunu kullanırken dikkatli olmalısınız. Nicemleme başlatmak için notanın hangi dilime kaydırılacağını belirleyen bir nicemleme değeri seçilir. Örneğin, 8 değerini seçerseniz, tüm notalar en yakınındaki sekizlik nota dilimine kaydırılacaktır. Nicemleme değerini yüzde cinsinden de verebilirsiniz. Örneğin, 50 değerini verirseniz, nota mevcut konumu ile en yakın nicemleme değeri arasındaki mesafenin yüzde ellisi kadar kaydırılacaktır.

Nicemleme uygulamasını tamamladıktan sonra her zaman partinizi dikkatli bir şekilde kontrol etmelisiniz. Nicemleme, notayı yanlış tarafa kaydırmış olabilir. Ayrıca nicemlemeyi aşırı kullanmamak da önemlidir. Hiç kimse notayı kusursuz bir şekilde çalamaz ve zamanlama çok fazla kusursuz olursa tını mekanikleşebilir veya bazen dediğimiz gibi "soğuk" bir hal alabilir.

Dizicilerin kimi zaman kullanılışlı olan başka bir özelliği de transpozisyon özelliğidir. Örneğin, bir şarkıyı Do majör tonunda çalmışsanız, bu özellik size şarkıyı başka bir tona transpoze etme imkânı verir. Aslında şarkılar bazı tonlarda, diğer tonlarda tınladığından daha iyi tınlar. Müzisyenler genellikle bir partideki tüm notaları, verilen notadan belli bir sayıda yarım ses adımı kadar yukarı veya aşağı olacak şekilde kaydırarak transpoze etmek durumundadır. Geçmiş yıllarda, müziği küçük bir tokmak ile mekanik olarak transpoze edebilen piyanolar vardı; Irving Berlin'de bunlardan bir tane olduğu söylenir. Tüm şarkılarını önce Mi bemol majör tonda yazıp daha sonra bu değiştirme tokmağını kullanarak diğer tonlarda dinler ve hangi tonda yayınlayacağına öyle karar verirmiş. Bir bilgisayarda bunu yapmak gayet kolaydır.

Kanalınızı düzeltip yaptığınız düzeltmelerden memnun kaldıktan sonra yerine getireceğiniz son görev tabii ki bunu kaydetmektir. Bu, bilgisayarda herhangi bir şeyi kaydederken yaptığınız gibi sadece "kaydet" (save) tuşuna basılarak yapılır. Bir dizici üzerine kaydettiğiniz şeyi aynı dizici üzerinde oynatma konusunda herhangi bir sorununuz olmaz ancak dosyayı farklı bir diziciye aktarmanız gerekiyorsa önceden atmanız gereken belli adımlar vardır.

Dosyanın farklı bir dizicide doğru şekilde oynatılmasını sağlamak için dosyayı SMF dosyası (standart MIDI dosyası) olarak ayarlamanız gerekir. Buna ek olarak, kendi makinenizde ürettiğiniz sesin tüm makinelerde aynı sesi vermesi için her iki taraftaki donanımın da "GM" (Genel MIDI) logosunu taşıdığından emin olmalısınız.

Bir kanalımızı doldurduk, bu yüzden şimdi diğer kanallara bakmanın vakti geldi. Diziciden tam olarak faydalanmak için birçok kanalı doldurmanız gerekecektir: Dizicinin mantığı budur *zaten*. Bir kanal genellikle ritimler için ayrılır ve siz muhtemelen bu kanal üzerinde davulları programlamak isteyeceksinizdir. Davul sesleri çok çeşitli kaynaklardan gelebilir: Bir davul makinesinden, bir örnekleyiciden veya davul seslerinin yüklü olduğu başka bir aygıttan. Ritimle bağlantılı olarak bir bas hattı da önemlidir. Bu da

başka bir kanala yerleştirilebilir. Diğer kanallar da yaylılar, org ve bakır üflemeler için kullanılabilir. Birçok kanal doldurulup sizi memnun edecek şekilde düzenlendiğinde, sonraki adıma geçme vakti gelmiştir.

Her kanalda sekiz ölçülük bir kayıt yapmış olduğunuzu varsayalım. Sırada ne var? Örneğin, bunların tümünü sonraki sekiz ölçüye kopyalamak isteyebilirsiniz. Bu iş, bir kelime işlemcide olduğu gibi Kopyala ve Yapıştır komutlarıyla kolayca yapılır. Yine diğer kanallara bakınca, bunların her birinin bir çalgı sesi olduğundan söz etmiştim ama bu sesler nereden gelir? Bunlar aslında birçok yerden gelir. Bu kaynaklar genellikle örnekleyiciler, davul makineleri, harici ses modülleri ve yazılımsal sentezleyicilerdir; şimdi bunları inceleyelim.

## Örnekleyiciler ve Yazılımsal Sentezleyiciler (Sanal Çalgılar)

Örnekleyiciler, günümüzün kayıt endüstrisinde büyük bir rol oynadığından, bunlarla başlayabiliriz. Şimdiye kadar gördüğümüz gibi örnekleyici, sentezleyiciye benzer elektronik bir çalgıdır ve pek çok farklı çalgının sesini üretir ancak bu sesleri "en baştan" üretmez. Çalgı sesinin bir örneği kaydedilir ve bundan sonra çok farklı yollarla değiştirilir ve farklılaştırılır. Bu sesler "gerçek" çalgılardan geldiği için genellikle sentezlenmiş seslere göre çok daha gerçekçidir. Örnekleyiciler, bir donanım veya bir yazılım olabilir; biz donanım birimleriyle başlayacağız. İlk örnekleyiciler (örneğin Kurzweil 250 ve Korg M-1) üzerinde yerleşik bir klavye vardı ancak sonrakiler genellikle harici bir klavye ile kontrol ediliyordu. Klavye üzerindeki farklı tuşlar, farklı seslere veya örneklere atanmıştı.

*Örnekleyiciler*, kaydedilmiş birçok farklı sesi çalabilmektedir ancak bunlar sadece kaydedilmiş sesleri çalmaktan çok daha fazlasını yapar. Çoğu örnekleyicide, programcının geniş bir efekt yelpazesini uygulamasına imkân tanıyan düzenleme olanakları vardır. İlk örnekleyici Mellotron'du. 1976'da çıkmıştı ve bunu 1979'da ilk çoksesli örnekleyici olan Avustralya yapımı Fairli-

ght CMI izledi. Bu çalgılar belli bir tuşa basıldığında banttan bir ses çalabiliyordu; bunların sınırlı (ve maliyetli) olduğunu söylemeye gerek yok. Fakat 1980'lerin sonuna doğru, düşük maliyetli pek çok Japon örnekleyici piyasaya çıktı. Sonraki birkaç yılda, örnekleyiciler çok daha gelişti. Çoğunda, döngüye sokma ve yeniden işleme amacıyla kanal bölümlerini kaydedebilen ve yeniden işleyebilen kapsamlı düzenleme olanakları vardı. Döngüye sokma, bir sesin aynı kesitinin birçok defa yeniden kaydedilmesi işlemidir; dans müziğinde yoğun şekilde kullanılmıştır. Özellikle davul sesleri sıklıkla döngüye sokulur. Kesitler, bir kelime işlemcide olduğu gibi kopyalanabilmekte, kesilebilmekte ve yapıştırılabilmektedir.

Şimdilerde örnekleyiciler, ilk analog sentezleyicilerde yaygın olan çoğu filtreleme işlevini içermektedir. Örneklerin hatta örnek öbeklerinin seslerini değiştirmek üzere, frekans osilatörlerinden zarf üreteçlerine kadar çeşitli tipteki filtreler uygulanabilmektedir. Örnekleyicilerin diğer bir önemli özelliği de zaman esnetmedir. Örnekleyiciler, bir sesin frekansını (perdesini) onun oynatılma hızını artırarak veya yavaşlatarak değiştirebilmektedir. Daha önce de gördüğümüz gibi, hızı iki katına çıkarırsanız frekans bir oktav yukarı kayar. Ancak burada bir sorun vardır. Örneğin, bir *ses örneğinde davullardan gelen* bir arka plan ritmi varsa hızlandırma işlemi bu arka plandaki davulları da hızlandıracağından her şeyin kaymasına sebep olacaktır. Bunun üstesinden "zaman esnetme" olarak anılan bir işlemle gelinir ki bu işlemde veri parçacıkları, zamanlamada değişikliğe imkân tanıyacak şekilde örnek boyunca eşit aralıklarla çıkarılır (veya eklenir).

Çoğu örnekleyicide, düzenlemenin yapıldığı bir ekran bulunur fakat bu ekranlarla ilgili ciddi bir sorun vardır: Bunlar çok küçüktür. Bu sorun, görüntünün çok daha büyük olan bir bilgisayar ekranına yansıtılmasıyla aşılır. Son yıllarda örnekleyici donanımlarının yerini, örnekleyici yazılımları almaya başlamıştır. Bu uygulamalar, donanıma ihtiyaç duymaksızın tam işlev gösteren örnekleyicilerdir. Bunlar bilgisayarın işlemci gücünü kullanır ve bir örnekleyici donanımının yaptığı her şeyi yapabilir. Ancak bunlar

da büyük miktarda bilgisayar belleği gerektirdiğinden kapasitesi yüksek bir bilgisayar kullanılmalıdır.

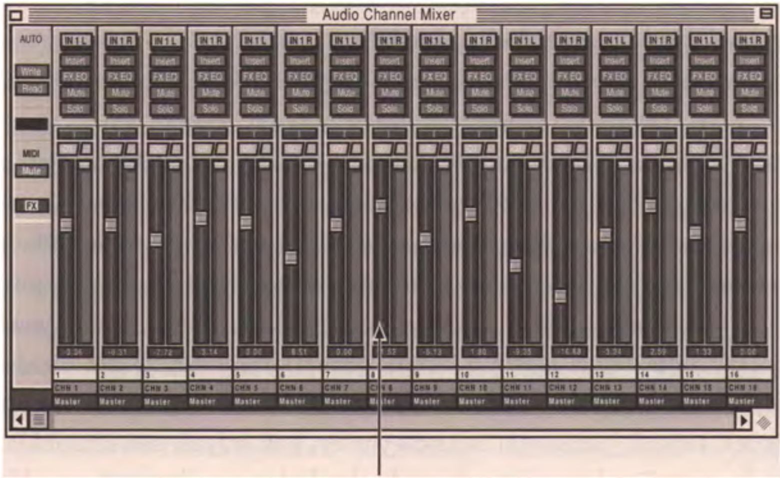
Örnekleyici yazılımlarıyla yakından ilişkili olan sentezleyici yazılımları, *yazılımsal sentezleyiciler* veya sanal çalgılar olarak da bilinir. Aslında çoğu durumda, örnekleyici yazılımları ile yazılımsal sentezleyiciler arasındaki farkı söylemek zordur. Kuramsal olarak yazılımsal sentezleyiciler, sentezleyicilerin yazılımsal halleridir ve bunlar yapay müzik sesleri üretirken, örnekleyici yazılımları gerçek müzik sesleri üretir fakat gerçekte günümüzdeki birçok yazılımsal sentezleyici ağırlıklı olarak örnek tabanlıdır. Diğer bir deyişle bunlar büyük ölçüde örneklenmiş sesleri kullanır. Hatta bazı örnek tabanlı yazılımsal sentezleyiciler, çok büyük ses kitaplıklarıyla gelir. Bunlar sadece geleneksel çalgıların seslerini üretmekle kalmaz aynı zamanda popüler olmuş ve artık üretilmeyen eski sentezleyicilerin seslerini de üretir. Örnek tabanlı yazılımsal sentezleyicilerden ikisi MiniMoog ve Yamaha DX-7'dir. Bunlar sentezleyicilere öykündüğünde, genellikle *öykünücü* olarak anılır.

## Miksaj ve Mikserler

Önceki konumuzda, bir dizici içinde birçok kanal açmıştık. Sıradaki projemiz, hepsini içerecek tek bir kayıt oluşturmak için bu kanalları bir araya getirmek olacak. Başlamadan önce bir kanalı üst üste kaydedebildiğiniz ve *üstüne kayıt* olarak anılan başka bir işlemden söz etmeliyim. İşlem basittir: Normal şekilde kayıt işlemine başlarsınız ama yeni bir kanal kullanmak yerine daha önce kayıt yapmış olduğunuz kanalı kullanırsınız.

Kanalları bir araya getirme işine miksaj denir ve bu bir mikser ile yapılır. Birçok farklı mikser donanımı vardır ama biz, yapım yazılımınızla birlikte gelen mikser yazılımlarını ele alacağız. Bilgisayarınızın ekranında görünen program, bir mikser donanımı görünümündedir; çok sayıda düğme, kadran, sürgü vs. *(Şekil 117)*. Daha önce kaydetmiş olduğunuz tüm kanallar burada olacaktır.

Mikser pek çok farklı şey yapmanıza olanak tanır. Örneğin, her bir kanalın dinamiklerini kendi zevkinize göre değiştirebilirsiniz.




**Şekil 117.** Mikser.

Ayrıca diğer kanalları (çalgıları) kaydın çeşitli noktalarında devreye sokabilir veya devreden çıkarabilirsiniz. Mikserin bir diğer önemli parçası ise her bir kanalın tonunu ayarlamanıza imkân tanıyan ekolayzırdır (EQ). Sönüşümlü giriş ve çıkış (fade in & fade out) ve *yönelimsel gezdirme* (panning) için ayarları bulunmaktadır. Adından da anlaşılacağı üzere sönüşüm birimi, sinyal seviyesinin sönümlenmesine olanak sağlar. Yönelimsel gezdirme, sağ ve sol hoparlör sinyalinin ne kadarının gideceğini kontrol eder.

Dengeleme, mikserin en önemli işlevlerinden biridir. Çeşitli kanallardaki çalgıların frekanslarını, birbirleriyle çelişmeyecek şekilde ayarlamanıza olanak tanır. Dengeleyiciyi ayarlamak, bir hi-fi sistemdeki bas ve tiz tonları ayarlamaya benzer. Diğer yandan buradaki *etki daha belirgindir*. Amacınız, dengeleyiciyi kullanarak kanalda kargaşa yaratan frekansları azaltmak, çalgının daha iyi tınlamasını sağlayan frekekansları ise öne çıkarmaktır. Gerçekte, benzer frekans aralığındaki her çalgıya bir miktar alan vermelisiniz. İki temel tip dengeleyici vardır: Parametrik ve raf. Raf den-

geleyiciler, belli bir frekans değerinin üstünde ve altında bulunan bir frekans aralığını hedef alır. Bu tip dengeleyiciler, bu frekans aralığının üstündeki ve altındaki frekansları kesmek için kullanılır. Diğer yandan parametrik dengeleyiciler, herhangi bir frekans aralığını hedefleyebilmenize imkân tanır. Belli bir frekans değeri ile onun etrafındaki küçük bir aralığı seçebilir ve hedeflediğiniz bu bölgenin frekanslarını artırabilir veya azaltabilirsiniz. Parametrik dengeleyici, özellikle kullanışlı bir araçtır.

Dinamik Kontrolünün de kayda değer bir önemi vardır. Bir düzenlemedeki çalgıların gürlükleri değişkenlik gösterir. Bu "kontrol", kendi zevkinize göre ayarlama yapmanıza imkân tanır. Bunu yapmanın en iyi yolu, arka plandaki çalgıların seviyelerini düşürüp, sonra bunları tekrar düzenlemeye dâhil ederken gürlüklerini ayarlamaktır. Memnun kalıncaya dek, her bir çalgının tonal niteliğini ve etkisini genel tını içinde dinlemek önemlidir.

## Ses Efektleri

Miksajın diğer bir önemli yönü de yansışım (reverb), gecikme (delay) ve koro (chorus) efektleri gibi özel efektlerin genel miksaja eklenmesidir. Özel ses efektleri olmaksızın şarkınızın kuru tınlama ihtimali vardır. Ana ses efektleri yansışım (reverb), gecikme (delay), faz efekti (phaser), kasnak efekti (flanger), koro (chorus), yankı (echo) ve bozunumdur (distortion). Özel ses efektleri, donanım birimleriyle de üretilebilmektedir ancak biz sadece bunları üreten yazılımları dikkate alacağız. Miksaj için kullanılan yazılım programlarına benzer şekilde, özel efekt programları da bilgisayar ekranı üzerinde donanım birimleri görünümündedir. Efektler genellikle "plug-in" ("eklenti") olarak anılır. Bunlar, kayıt yazılımı tarafından çağrılan veya çalıştırılan minik uygulamalardır.

Yansışım, tüm efektler arasında en önemlisidir. Bu efekt, sesin çevresindeki engellerden yansımasıyla sönmesinden önce meydana gelen doğal akustik bir efekttir; yansışımlar en kolay boş bir binada işitilir. Tınıya "hayat" veren yansışım efektidir, o yüzden bunun doğru şekilde eklenmesi özellikle istenir.

Diğer bir önemli efekt gecikme efektidir (aslında pek çok farklı biçimde bulunur). Ses dalgaları bir odanın çeperlerinden yansıdığında oluşur ve bu da yansışım efekti gibi doğal bir efekttir. Faz efekti olarak anılan efekt, sinyalin farklı iki kaynaktan aynı anda çalınmasıyla meydana gelir. Bu kaynaklar yan yana ise dalganın tepe ve çukurları hizalanabilir fakat dalgalar birbirinden ayrı duran kaynaklardan geldiğinde, "süpürme" sesi yaratan bir sadeleşme meydana gelir. Bu efekt, iki sinyal arasında 7 ila 12 milisaniyelik bir gecikme olduğunda oluşur. Gecikmenin 12 ila 20 milisaniye aralığında olduğu özel fazlama tipine kasnak efekti [Flanger (kasnak efekti), ilk başlarda teyp makaralarının kasnaklarına parmak ile bastırarak elde ediliyordu; efektin adı makara kasnağı anlamında kullanılan "flange" kelimesinden gelmektedir (ç.n.)] denmektedir. Kasnak efektinde, süpürme sesi daha belirgindir.

Diğer bir gecikme efekti *koro* olarak anılır. Adından da anlaşılacağı üzere sese veya çalgıya dolgunluk etkisi verir. Koro efekti, çok sayıda yinelemenin kiplenimiyle üretilir; yani asıl kanalın hafifçe detone edilmiş bir veya daha fazla kopyası üretilir ve sonra hepsi birlikte çalınır.

Eko, bir sinyalin sesinin ayrı duyulacak kadar geciktirilmesiyle meydana gelir. Vokaller ve gitarlar ile yoğun olarak kullanılır ve gecikmenin uzatılmasıyla üretilir. Diğer efektler perde kaydırma (pitch shift) ve bozunumdur (distortion).

Bozunum özellikle gitaristler tarafından kullanılır fakat zaman zaman klavyeciler tarafından da tercih edilir. Bu efekt, sinyalin bozunuma uğrayacağı kadar yüksek bir gürlükte çalınmasıyla ve sonra daha düşük ses seviyesinde tekrar kaydedilmesiyle meydana gelir.

## Ses Kaydı

Şimdiye kadar çeşitli MIDI çalgılarının MIDI kaydı hakkında konuştuk. Örneğin, bir MIDI klavyeden veya bir ses modülünden MIDI kaydı yapabilirsiniz. Fakat bir insan sesi veya bir akustik piyano kaydı yapmak istediğinizde nasıl olacak? Kuşkusuz, se-

si sisteminizin içine aktarabileceğiniz bir şeye ihtiyacınız vardır ve gereksinim duyacağınız başlıca araçlardan biri mikrofon olacaktır. Biri bir mikrofona şarkı söylediğinde neler olduğunu düşünün. Mikrofon, hava basıncındaki değişiklikleri gerilim (voltaj) değişikliklerine dönüştürür fakat bu gerilim değişiklikleri MIDI sistemi içinde dijital verilere dönüştürülmelidir. Bu sebeple bir dönüştürücüye ihtiyacınız vardır ve o da bilgisayarınızın *ses kartı* içindedir. Ses kartları, bilgisayarınızın PCI yuvasına giren küçük entegre devre kartlarıdır.

Bilgisayarınızla birlikte bir tür ses kartı gelecektir ama bu ses kartı sizin istediğiniz amaç için yeteri kadar güçlü olmayabilir. Aslında ses kartları, basit aygıtlardan profesyoneller tarafından kullanılan ve çoklu ses çıkışları ve başka özel işlevler içeren aygıtlara kadar oldukça çeşitlilik göstermektedir. (Macihtosh bilgisayarı bir ses kartı kullanmaz; ses entegrasyonu için gerekli donanım bilgisayar içinde yerleşiktir.) Bilgisayarınızın içindekinden daha ileri bir ses kartına ihtiyacınız varsa, bilgisayarınızın kasasını açıp içine bir tane takmalısınız; bu genellikle gayet kolay bir iştir. Ses kartınız takıldıktan sonra mikrofonunuzdan veya amplifikatörünüzden *gelen giriş kablolarını*, ses kartınız üzerindeki giriş bağlantılarına bağlayarak ses kaydı yapabilirsiniz. (Bu bağlantıyı yapmanın diğer iki yolundan biri USB çıkışına veya FireWire denilen bir çıkışa bağlı olan bir arayüz üzerinden yapmaktır fakat bu yöntemler ses kartına doğrudan yapılmış olan bağlantıya göre daha yavaştır. O yüzden sizin doğrudan ses kartı bağlantısı kullandığınızı varsayıyorum.)

Mikrofondan gelen ses kaynağını, ses kartı üzerindeki gerekli kanala takarak başlayacağız sonra üzerine kayıt yapacağımız bilgisayar kanalını seçeceğiz. Dizici programınızda hem MIDI hem de ses kanalları mevcut olmalıdır. Bu iki tip kanal farklıdır ancak bunlar bilgisayarınız içinde yan yanadır. Bunlar arasındaki farklardan bazıları nelerdir? Hepsinden önce, digital ses MIDI'de olduğu gibi müzik notaları şeklinde görüntülenemez. Bu, partitür penceresinin veya piyano rulosu penceresinin de olmayacağı anla-

mına gelir –ekranda göreceğiniz, ses "dalgaları" olacaktır– ancak kayıt işlemi MIDI için yapılanla temelde aynıdır. Ses seviyelerini kontrol ettikten sonra Kaydet tuşuna basıp çalarsınız (veya söylersiniz). Sonuna geldiğinizde Dur tuşuna basarsınız.

Son olarak, bir ses kaydı sırasındaki mikrofon yerleşimi hakkında birkaç şey söylemeliyim. Mikrofonları ses kaynağına göre nereye yerleştirdiğiniz muazzam bir fark yaratır. Aslında bu, ancak hatırı sayılır bir deneyimden sonra elde edilen bir beceridir. Mikrofonlar için yaygın üç yerleşim vardır: Yakın mikrofonlama, uzak mikrofonlama ve ortam mikrofonlaması.

Yakın mikrofonlamada, mikrofon genellikle ses kaynağından santimler ölçüsündeki bir uzaklıktadır. Bu yerleşim sıklıkla, odadan gelen arka plan seslerini almayı önlemek için kullanılır. Uzak mikrofonlamada, mikrofon ses kaynağından bir ila bir buçuk metre uzaklıktadır. Bu yerleşimde insan veya çalgı sesi ile birlikte bir miktar oda sesi de (yansışım ve eko) kayda girer. Ortam mikrofonlamasında mikrofon, oda efektlerinin alınabileceği kadar uzağa yerleştirilir.

Çoğu durumda, stereo etkisi için iki mikrofonla kayıt yaparsınız. Bunun için birçok farklı teknik vardır. Bunlardan biri, bir mikrofonun diğerinin yanına yerleştirildiği X-Y çiftleri olarak anılan tekniktir. Diğer durumlarda mikrofonlar arasındaki mesafe geniştir. Hangi mesafenin sizin için en iyisi olduğunu bulmak üzere denemeler yapmanız gerekir.

Şimdiye kadar stüdyo denilen kayıt odası ve akustik özellikleri hakkında çok az şey söyledik. Bunları sonraki bölümde ele alacağız.

# Konser Salonlarının ve Stüdyoların Akustiği

1895'te Harvard Üniversitesi, mimari bir şaheser olduğu düşünülen yeni bir ders amfisi açtı fakat hemen sonra akustiğinin aşırı derecede kötü olduğu anlaşıldı. O zamanlar akustik hakkında çok az şey biliniyordu ve üniversite, bu sorunu nasıl düzelteceğinden emin değildi. Bunun üzerine fizik bölümünde genç bir profesör olan Wallace Sabine'den sorunun ne olduğunu bulmasını istediler. Sabine'in akustik alanında bir altyapısı yoktu fakat birçok asistanıyla birlikte bir dizi deneye girişti ve hemen sonrasında bir sesin işitilmez oluncaya kadar sönmesi için geçen sürenin özellikle önemli olduğunu keşfetti. Buna, *yansışım süresi* (reverbation time) dedi. Birkaç yıllık bir süre içinde salonların akustiği hakkında kayda değer bir birikim kazandı ve Harvard amfisinin akustiğini önemli ölçüde iyileştirdi.

Sabine'in başarısı, Boston Senfoni için yeni bir salon tasarlayanların dikkatini çekti ve Sabine, akustiğin mümkün olduğu kadar iyi olmasını sağlamak üzere danışman olarak getirildi. Sabine, Harvard amfisi ile çalışırken pek çok şey öğrenmişti ve bunları Boston salonuna uyguladı: Dikkatli bir şekilde yansışım süresini ölçtü ve salon tümüyle insanla dolduğunda olacak değişik-

likler için pay bıraktı. Önerilerinin mükemmel bir akustik sağlayacağından emindi. Salon 1900 yılında açıldığında herkes akustiğinin ne denli iyi olduğunu merak ediyordu. Sabine, pek çok müzik eleştirmeninden gelen ağır eleştirilerle hayal kırıklığına uğradı. Seyircinin varlığını dikkate almasına karşın, etkinin tahmininde biraz hata yapmıştı ve yansışım süresi onun varsaydığından biraz farklı çıkmıştı. Eleştiriler onu o kadar yıktı ki akustik alanında bir daha asla çalışmadı ve salondan söz etmedi. Acı olan, 50 yıl sonra Boston Senfoni Salonu, dünyadaki salonlar arasında akustiği en iyi olan salonlardan biri olarak tanınmıştı ve Sabine'in yaptığı her şey harfiyen doğruydu. Sabine günümüzde bina akustiğinin "babası" olarak görülmektedir ve ses soğurma birimi, ona ithaf edilerek sabin olarak adlandırılmıştır.

## Akustiğin Temel İlkeleri

Akustiği incelemeye, büyük bir oda ve bir ses kaynağı düşünerek başlayalım. Odanın ortasına yakın bir yerde olduğumuzu kabul edelim. Kaynaktan gelen akustik enerji, kaynaktan dışa doğru düz çizgiler üzerinde ses hızında (340 m/s veya 1116 ft/s) hareket eder. Enerji, kaynağın etrafında bir küre oluşturacak şekilde yayılır ki bu da kaynaktan dışa doğru gittikçe zayıfladığı anlamına gelir. Aslında akustik enerji, *ters kare kanunu* olarak anılan yasaya uyar. Bu yasa, mesafe 2 kat arttığında enerjinin dört kat zayıfladığını söyler. Odanın ortasında bir yerlerde oluğunuzu kabul edersek bu bize, enerjinin size ulaşması için geçen sürede kayda değer biçimde zayıfladığını anlatır.

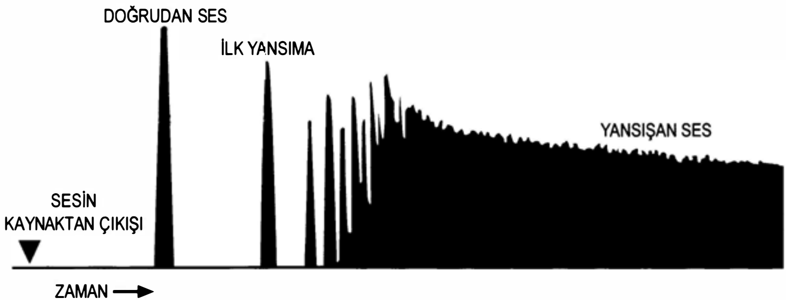
Genellikle saniyenin çok küçük bir diliminde, ilk önce kaynağından çıkan ses dalgalarının kendisi size ulaşacaktır. Ancak aynı zamanda ses dalgaları başka yönlere hareket ederek tavana ve duvarlara çarpmaktadır. Bunun sonucu olarak ses dalgaları yansır ve ayrı ayrı yansıyan ses dalgalarından bazıları sonra size gelir, daha sonra ikinci kez yansıyan ses dalgaları gelir ve bu böylece devam eder. Yansıyan ses dalgalarının enerjisi size doğrudan ulaşan ses dalgalarınınkinden daha az olur. Yine de gayet kısa bir za-

man dilimi içinde tüm oda her yönden gelen dalgalarla yıkanıyor olacaktır. Bu yansımaların en belirgin sonucu kaynağın daha gür tınlıyor oluşudur (aynı kaynağın hiçbir yansımanın olmadığı açık havada olmasına kıyasla).

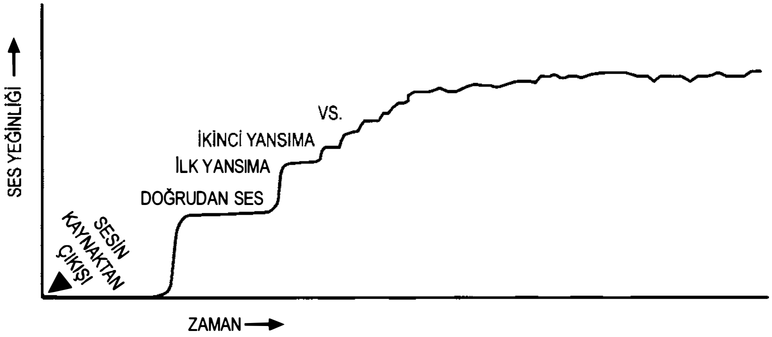
Bir ses dalgası, bir yüzeye çarptığında enerjinin bir kısmı yansıtılır, bir kısmı soğrulur ve küçük bir kısmı da duvarın içinden iletilebilir (iletilen bu enerji küçük olduğu için şimdilik göz ardı edeceğiz). Özellikle merak konusu olan şeylerden biri, akustik enerjinin ne kadarının yansıtıldığı ve ne kadarının soğrulduğudur. Beton, mermer ve taş gibi sert yüzeylerin enerjinin çoğunu yansıttığı, buna karşılık perde, halı, sunta ve akustik tuğla gibi yumuşak yüzeylerin enerjinin çoğunu soğurduğu iyi bilinmektedir. Bir oda içinde hareket eden dalganın enerjisinin yansıması ve soğrulması değerlendirilirken, yüzeylerin tipleri hesaba katılmalıdır.

Odanın büyüklüğü de önemlidir. Oda büyüdükçe, sesin bir yüzeye çarpmasından önce daha fazla mesafe kat edeceğini ve yansıyan dalgaların da gözlemciye daha fazla mesafe kat ederek ulaşacağını göz önüne almamız gerekir.

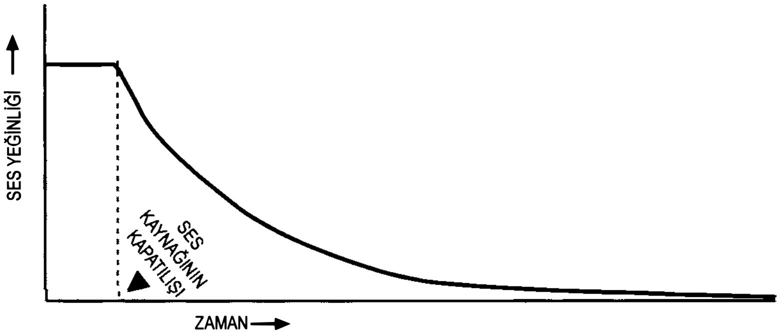
Şimdi bir deney düşünelim. Daha büyük bir odada olduğumuzu ve ses kaynağına da belli bir mesafede olduğumuzu kabul edelim. Ses kaynağının vurmalı bir ses –kısa ve net– olduğunu ve bize çarpan dalgaların yeğinliğinin ve bize çarpmaları için geçen zamanın grafiğini çizdiğimizi varsayalım. Sonuç, *Şekil 118*'de gördüğümüz gibi olacaktır. Diyagramda, kaynaktan doğrudan gelen dalgaları; bir kez, iki kez ve benzeri şekilde yansıyan dalgaları; tüm




**Şekil 118.** Kısa, net bir sesin yeğinlik-zaman grafiği.




**Şekil 119.** Sürekli ses kaynağından gelen bir sesin yeğinlik - zaman grafiği.




**Şekil 120.** Ses kaynağı kapatıldığında sesin sönümlenişi.

yansımalardan kaynaklanan geniş bir birikmeyi ve son olarak sesin sönümlenişini görüyoruz.

Bunu, kısa ve net bir ses yerine sürekli bir ses kaynağı kullandığımız durumla karşılaştıralım. Bu durumda, *Şekil 119*'da olduğu gibi bir birikme meydana gelecek ve bu başlangıçta düzensiz olacaktır. Fakat sonunda ses seviyesinin sabit olduğu kararlı bir hale erişilecektir. Bu durumda, oda içindeki soğrulmadan kaynaklanan enerji kayıpları, kaynaktan gelen enerji ile dengelenmektedir ve bu durum her şey aynı kaldığı sürece süresiz olarak devam edecektir. Peki, ses kaynağını aniden kapatırsak ne olur? Tahmin edeceğiniz üzere, ses aniden sıfıra inmez; *Şekil 120*'de görüldüğü gibi söner.

Ses kaynağımızın duyulmaz oluşu için geçen zaman birçok etmene bağlıdır ancak bu, belli bir salon için sesin başladığı yeğinlikten bağımsız biçimde hep aynı olacaktır. Bu süre, Sabine'nin "yansışım süresi" dediği süredir. Şu an biz bunu onun yaptığından biraz farklı tanımlıyoruz. Tanım resmi olarak, başlangıçtaki yeğinliğin milyonda biri kadar düşmesi veya gürlüğün 60 dB kadar düşmesi için geçen süre şeklindedir. Bu süre, tüm binaların akustiğinde başroldedir.

## Yansışım Süresi

Yukarıda gördüğümüz gibi yansışım süresi duvarların, tavanın ve zeminin neden olduğu soğurmaya bağlıdır ve gerçekleşen soğurma miktarı da emilimin olduğu alanın yüzölçümüne bağlıdır.

Bu yüzden çeşitli malzemelerde birim alan başına soğurma miktarı için bir ölçüm birimine ihtiyaç duyarız, buna *soğurma katsayısı* ($\alpha$) (veya yutma çarpanı) denir. Temel olarak soğurma katsayısı, yüzey tarafından emilen akustik enerji yüzdesidir, bu sebeple değeri 0 ila 1 arasındadır (birimi yoktur). Mükemmel bir emicinin değeri 1 iken zayıf bir emicinin (yansıtıcı) değeri yaklaşık sıfırdır. Aslında mükemmel emici veya zayıf yansıtıcı diye bir şey yoktur ama açık bir pencerenin değeri sıfır ve mermer bir yüzeyin değeri ise .01 civarındadır. Deneyler $\alpha$'nın frekansa bağlı olduğunu göstermektedir ve kimi durumlarda yüksek frekanslardaki değeri, düşük frekanslara kıyasla bayağı farklı olabilmektedir. Bu yüzden soğurmadan söz ederken frekansı belirtmeniz önemlidir. Tablo 13, çeşitli malzemelerin beş farklı frekanstaki soğurma katsayılarını gösteriyor. Soğurma katsayısını alan yüzölçümüyle çarptığımızda, *etkin soğurma alanını* bulmuş oluruz ki bu, emme işini gerçekleştiren o alan için toplam soğurma miktarı olarak tanımlanmaktadır.

Frekans yükseldikçe katsayısı yükselen malzemeler *tiz emiciler* olarak anılmaktadır. Bunlar akustik enerjilerinin çoğunu yüksek frekanslarda kaybeder. Enerjilerinin çoğunu alçak frekanslarda kaybeden malzemelere ise *bas emiciler* denir. Saplamalar üzerine monte tahta paneller bas emicilere iyi bir örnektir. Bu panel-

ler alçak frekanslarda titreşme eğiliminde olacağından kayda değer biçimde enerji emer.

**Tablo 13.** Sık kullanılan yapı malzemelerinin farklı ses dalgası frekanslarındaki soğurma katsayıları

| | Frekans (Hz) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Malzeme | 125 | 250 | 500 | 1,000 | 2,000 |
| Mermer | .01 | .01 | .01 | .01 | .02 |
| Yumuşak beton | .01 | .01 | .01 | .02 | .02 |
| Tuğla | .03 | .03 | .03 | .04 | .05 |
| Boyalı beton | .10 | .05 | .06 | .07 | .09 |
| Beton üstü sıva | .10 | .10 | .08 | .05 | .05 |
| Ahşap zemin | .15 | .11 | .10 | .07 | .06 |
| Akustik kaplama (tavan) | .80 | .90 | .90 | .95 | .90 |
| Kalın perdeler | .15 | .35 | .55 | .75 | .70 |
| Saplama üzeri kontrplak | .30 | .20 | .15 | .10 | .09 |
| Beton üzeri halı | .08 | .25 | .60 | .70 | .72 |

Soğrulan akustik enerjiye ne olur? Bu enerji, emici malzemenin içinde ısıya çevrilir, bu süreç malzemenin içinde küçük hava boşlukları olduğunda en etkin biçimde gerçekleşir. Bu hava boşlukları en çok, malzeme küçük liflerden meydana geldiğinde olur. Aslında enerji, lifler arasına hapsolmuş hava tarafından soğurulmaktadır. Ses dalgaları ısıya çevriliyor olsa da gerçekte malzemenin sıcaklığındaki değişiklik çok küçük olur. Malzemenin yüzeyi küçük delikler veya oyuklarla kaplı olduğunda soğrulma daha da artar. Enerji oyuklar içinde kolaylıkla hapsedilir. Akustik kaplamalar bu iki özelliği birleştirmektedir: Lifli malzemeden üretilir ve yüzeyinde küçük delikler vardır.

Özet olarak hem soğurma katsayısı hem de toplam soğurma alanı, toplam soğurma bakımından önemlidir ve gördüğümüz gibi bunların çarpımına *etkin soğurma* alanı (A) denir. Eğer oda büyükse, enerji büyük bir hacme dağılacaktır ve bir yüzeye çarpan enerjinin yoğunluğu çok da fazla olmayacaktır. Sabine, bu iki etkiyi bize, yansışım süresini (TR) veren tek bir formülde bir araya getirmiştir. Formül şu şekilde ifade edilir:

$T_R = .16\ V/A$

burada V hacim, A ise tüm yüzeylerdeki toplam soğurmadır.

Uygulamada önemli olabilecek bir başka unsur daha bulunmaktadır ve bu da oda içindeki hava tarafından gerçekleştirilen soğurmadır. Odanın hacmi (V) ile havanın soğurma katsayısının çarpılmasıyla bulunur ki oldukça küçüktür (.003'ler mertebesinde). Havanın soğurması ancak oda hacmi çok büyük olduğunda önemlidir ve ayrıca yüksek frekanslarda daha büyüktür. Gerektiğinde, $\alpha_{hava}V$ katkısı A'ya eklenmelidir.

Son olarak, A'nın hesaplanmasında, duvarlar, tavan ve zemin de dâhil olmak üzere pek çok kaynaktan gelen payları hesaba katmanız gerekir.

## Yansışım Örnekleri: Bir Konser Salonu ve Küçük Bir Oda veya Stüdyo

Şimdi yansışım süresinin hesaplandığı bir örneğe bakalım. İki örnek vereceğim: Biri konser salonu ve diğeri küçük bir oda. Önce konser salonunu düşünün. 30 m x 40 m ebatlarında ve 10 m yüksekliğinde olduğunu kabul edelim, böylece hacmi (V) 12.000 m$^3$ olur. 30 x 10 büyüklüğündeki duvarların birinde bir perde olduğunu ve diğerindeyse saplama üzerine monte kontrplak olduğunu ve diğer iki 30 x 40 duvar ile tavanda ise sıva olduğunu kabul edelim. Ayrıca 1000 Hz'lik bir ses kaynağımız olduğunu varsayalım. Bu yüzeylerin her birinin yüz ölçümünü malzeme için verilen katsayı (Tablo 13'te verilen) ile çarpmak bize etkin soğurma alanı verir:

| | |
|---|---|
| Duvar, 30 x 10 (perde) | 300 x .75 = 225 m$^2$ |
| Duvar, 30 x 10 (kontrplak) | 300 x .10 = 30 m$^2$ |
| İki duvar, 30 x 40 (beton üstü alçı sıva) | 2,400 x .05 = 120 m$^2$ |
| Zemin, 30 x 40 (halı kaplama) | 1,200 x .70 = 840 m$^2$ |
| Tavan, 30 x 40 (beton üstü alçı sıva) | 1,200 x .05 = 60 m$^2$ |
| Toplam soğurma alanı, | 1,275 m$^2$ |

Böylece, konser salonunun toplam soğurma alanı 1,275m$^2$ bulunur. Bu birimler, "sabin" olarak da anılmaktadır. Yansışım süresi için verilmiş olan formülü kullanarak,

$T_R$ = .16 V/A

Bu hacim için yansışım süresini ($T_R$) aşağıdaki gibi hesaplayabiliriz:

$T_R$ = .16 (12.000)/1,275 = 1,5 s

Daha sonra göreceğimiz üzere, 1,5 saniyelik yansışım süresi gayet makuldür.

Şimdi küçük odaya bakalım. Bu odanın bir stüdyo olduğunu varsayalım. Oda ebatlarını toplam hacmi 72 m³ olacak şekilde 4 m x 6 m ve 3 m yüksekliğinde kabul edelim. Ayrıca duvarların beton üstü sıva, zeminin halı kaplı ve tavanda ise akustik kaplama olduğunu varsayalım. Yine bu malzemelerin soğurma katsayılarını Tablo 13'ten alıp bunları her bir yüzeyin yüzölçümü ile çarptığımızda aşağıdaki soğurma alanlarını buluruz:

| | |
|---|---|
| İki duvar, 4 x 4 (beton üstü sıva) | 32 x .05 = 1,6 m² |
| İki duvar, 4 x 4 (beton üstü sıva) | 72 x .05 = 3,6 m² |
| Tavan (akustik kaplama) | 24 x .10 = 2,4 m² |
| Zemin (halı kaplama) | 24 x .07 = 1,7 m² |
| Toplam soğurma alanı, | 9,3 m² |

Sonrasında yansışım süresini aşağıdaki gibi hesaplarız:

$T_R$ = .16 (72)/9.3 = 1,2 s

Bu sayıların önemine az sonra değineceğiz ama şimdi konser salonuna geri dönüp dinleyicilerin yansışım üzerindeki etkisini hesaba katalım.

Bir konser salonunun akustiği, salon insanlarla dolu olduğunda boş haline kıyasla çok farklıdır. Aslında bu, Sabine'nin, Boston Senfoni Salonu'ndaki probleminin bir bölümüydü. Dinleyiciler, ses enerjisini çok yüksek oranda soğururlar. Deneyler, bir insanın ortalama 0,5 m²'lik bir soğurma alanı olduğunu göstermektedir. (Bu yine, yaklaşık olarak 125 Hz'te 0,35 m² ile 5,000 Hz'te 0,6 m² arasında, frekansa göre değişkenlik gösterir.) Örneğin, amfide 1,000 kişi olsaydı, 0,5 x 1,000 = 500 m²'lik bir etkin soğurma alanı eklemeleri gerekirdi. Buna göre yansışım süresi ($T_R$) şöyle olurdu:

2119,2/1775 = 1,19 s

ki bu süre, salon boşken bulunan 1,5 saniyelik süreden dikkate değer şekilde azdır. Yani dinleyicilerin varlığı akustiği belirgin bir şekilde etkilemektedir.

Bu problemi aşmanın en iyi yolu, yaklaşık olarak bir insanınkine eş soğurma alanı olan koltuklar yerleştirmektir; öyle ki koltuk boş olduğunda çok az bir farklılık olsun ve gerçekte de yapılan da budur. Ne yazık ki bir kişinin tam eşdeğerini elde etmek zordur; döşeme kaplı koltuklar genellikle 0,3 civarında bir soğurma katsayısına sahiptir.

## İdeal Yansışım Süreleri

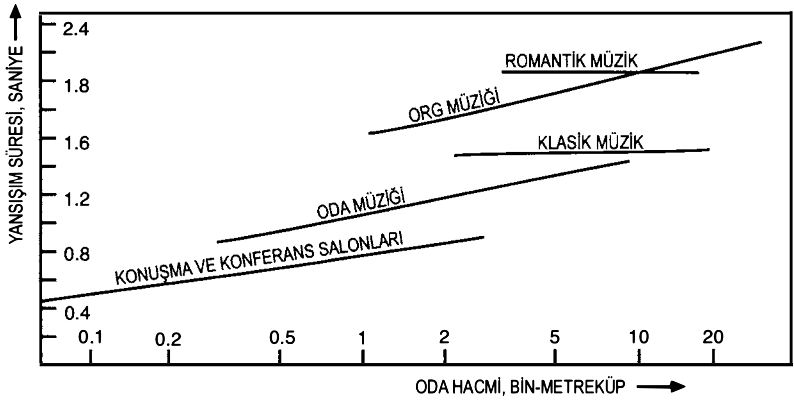
Peki, ideal yansışım süresi nedir? Görüldüğü üzere, her durum için ideal olabilecek bir yansışım süresi yoktur. İdeal süre pek çok şeye bağlıdır ve müzik için salonda çalınan müziğin türüne bağlı olacaktır. Genel olarak bu süre, ihtiyaç duyulan netliğe bağlıdır. Kısa yansışım süreleri piyano müziği için, daha uzun olan süreler ise org ve orkestra müziği için en iyisidir. En kısa süreler, konuşma için gerekli olur çünkü konuşmanın anlaşılması için netlik özellikle önemlidir. Yansışım süresi çok kısa ise salona "kuru" deriz. Kuru salonlarda çalınan müzik memnun edici olmaz ama konuşma iyi olabilir.

*Şekil 121*'de farklı türdeki müzikler için ideal sürelerin bir grafiği verilmiştir. Bazı iyi bilenen konser salonlarının 500-1,000 Hz frekanslarındaki yansışım süreleri aşağıdaki gibidir:

| | |
|---|---|
| Boston Symphony Hall | 1,8 s |
| Cleveland Severance Hall | 1,7 s |
| New York Carnegie Hall | 1,7 s |
| Philadelphia Academy of Music | 1,4 s |

Yansışım süresi için verilen formül sadece yaklaşık sonuçlar vermekte olup, en iyi sonuçları sesin salon boyunca aynı olması durumunda vermektedir. Formül, şekli büyük oranda düzgün olmayan salonlarda, tüm yüzeylerin yüksek derecede emici olduğu salonlarda veya emici yüzeylerin tümünün bir yerde yoğunlaştığı salonlarda hatalı sonuçlar verme eğilimindedir.

Son olarak, bir oturma odası için ortalama yansışım süresi 0,5 saniye civarındadır. Radyolarda ve televizyon kanallarının haber odalarında, saniye cinsinden 0,1'ler seviyesindeki kısa yansışım süreleri tercih edilmektedir.




**Şekil 121.** Farklı müzik türleri için ideal yansışım süresi.

## Konser Salonu Akustiğindeki Diğer Önemli Ölçütler

Konser salonu akustiğiyle ilgili en önemli ölçüt yansışım süresi iken daha birçok önemli etmen mevcuttur. Bunların ilki *samimiyettir* (intimacy). Samimiyet, doğrudan gelen ses ile ilk yansımalar arasındaki zaman farkıdır ki buna genellikle *ilk zaman gecikme boşluğu* denir. Bu zaman gecikmesinin 0,03 saniyeden az olduğu salonlar genellikle akustik olarak samimi olarak nitelendirilir ki bu zaman farkı insan kulağının ayırt edebileceği en küçük farktır.

Bir diğer önemli ölçüt ise *sıcaklıktır* (warmth). Burada bas frekanslardan söz ediyoruz. Alçak frekansların (50-250 Hz) yansışım süresinin, yüksek frekansların (250 Hz üstü) yansışım süresinden kayda değer biçimde yüksek olduğu salonlar, sıcak olarak nitelendirilir.

Üçüncü bir etmen ise *parlaklıktır* (brilliance) ve bu, salondaki yüksek frekansların (2000 Hz üstü) baskın oluşuna bağlıdır. Parlaklık için salonun yüksek frekanslardaki yansışım süresinin, orta ve alçak frekanslardaki yansışım süresinden yüksek olması gerekir.

Dikkate alınan diğer bir etmen, *ton tokluğudur*. Bu etmen, yansışım süresine ve yansışım sesinin gürlüğü ile doğrudan gelen sesin gürlüğü arasındaki orana bağlıdır. Sesin tokluğu için bu ora-

nın yüksek olması gerekir. İlginç olan, netlik için -ki bu da konuşma için önemlidir- oranın küçük olması gerektiğidir. Böylece ton tokluğu olan salonlarda netliğin zayıf olacağı veya ton tokluğu olmayan salonlarda netliğin kuvvetli olacağı ortadadır.

Son olarak, büyük salonlarda kimi zaman görülen problem yankıdır. Bu genellikle arka duvardan gelir ve kolaylıkla azaltılabilir.

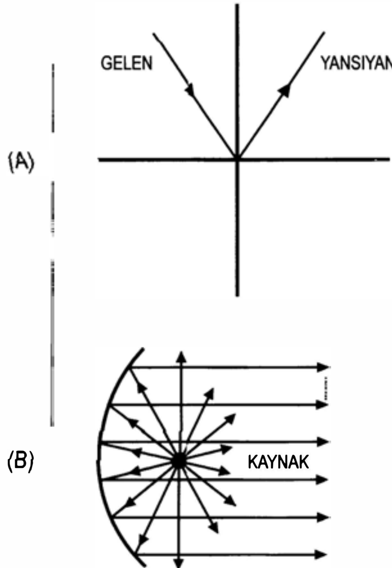
## Akustik Sorunların Giderilmesi

Şimdi akla gelen soru şudur: İyileştirilmesi gereken bir akustiği nasıl iyileştirirsiniz? Akustik büyük oranda yansışım süresine bağlı olduğu için bakacağınız ilk şey bu olacaktır. Daha önce de gördüğümüz üzere, en iyi değerler 1,7 saniye civarındadır. Eğer ele aldığınız salonun yansışım süresi bu değerden kayda değer biçimde farklıysa değişikliklerin yapılması gerekecektir. Göz önüne alınması gereken iki konu vardır: Salondaki akustik kusurlar nedeniyle yapılacak kalıcı değişiklikler ve dinleyici sayısındaki dalgalanmaları karşılayacak geçici değişiklikler.

Kalıcı akustik değişiklikler, iç yüzeylerin malzemesi değiştirilerek yapılabilmektedir. Örneğin, tavanın akustik kaplamayla kaplanması. Geçici değişiklikler ise birçok farklı yolla yapılabilmektedir. Bunlardan biri, yüksek soğurma katsayısı olan seyyar akustik perdeler kullanmaktır. Bunlar gerektiğinde açılabilmektedir. Kimi konser salonlarının yan duvarları, açıldığında yüksek derecede emici malzemeyi ortaya çıkaran ahşap panellerle donatılmıştır. *Bulut* denilen yansıtıcı asma paneller de akustiği iyileştirmek için sıklıkla kullanılmaktadır. Bazı durumlarda bunlar doğrudan sahnenin yukarısına asılır; bu durumda paneller, çalgıcıların birbirlerini daha net duymalarına yardımcı olur. Paneller ayrıca ilk zaman-gecik*me boşluğunu değiş*tirmeye ve böylece samimiyete de yardımcı olmaktadır. Aslında yukarıda ele alınan samimiyet eksikliği, sıcaklık eksikliği, parlaklık eksikliği gibi diğer akustik sorunların çoğu yansışım süresinin ayarlanmasıyla kolaylıkla iyileştirilebilmektedir.

## Salonların Şekilleri ve Akustik

Akustik üzerindeki etkisi olan başka bir unsur da konser salonunun iç şeklidir. Yüzeyler düz olduğunda, ses dalgaları bir ışının aynadan yansımasına benzer şekilde yansır. Diğer bir deyişle ışının geliş açısı yansıma açısına eşittir *(Şekil 122).* Oysa kavisli yüzeyleri ele aldığımızda, ses dalgaları çok farklı biçimde yansımaktadır. Örneğin, küresel olarak içbükey bir yüzeyi ele alın. Işık örneğinde yüzeye çarpan paralel ışınların bir noktaya odaklanacağını biliyoruz. (Hatta parabolik bir eğri, ışınları tam olarak belli bir noktaya odaklar fakat küresel bir yüzey ışınları yaklaşık olarak odaklayacaktır.) Bu, ses dalgalarının, küresel olarak içbükey bir yüzeye çarpması durumunda yüzeyin onları odaklama eğiliminde olacağı anlamına gelir. Genel olarak bu, kaçınmaya çalıştığımız bir şeydir. Fakat bu durum, açık hava bandosu panellerinin lehinedir. Bandonun arkasındaki kavisli duvarlar sesi, seyircilere doğru yansıtır. Bu, sesin ileri yöndeki yeğinliğini artırır fakat sorunlara da yol açabilir. Çoğu bando panelinde yüksek frekanslar, alçak frekanslardan çok daha iyi yansıtılır.




**Şekil 122.** Bir ses dalgasının düz bir yüzeyden (A) ve kavisli bir yüzeyden (B) yansıması.

Tanınmış birçok amfinin eliptik olan şekillerinin bu salonların akustiği üzerinde ciddi etkileri olabilmektedir. Bu amfilerin çoğu, akustiğin ne olduğu iyice anlaşılmadan çok önce inşa edilmişti. Örneğin, Salt Lake City'deki Mormon Tapınağı 1867'de yapılmıştı. Eliptik kesiti nedeniyle çift merkezli olan tapınağın görünüşe göre muhteşem bir akustiği var. Elinde bir iğne olan bir kimse, merkezlerden biri üzerinde dururken, diğer merkez üzerinde duran başka bir kimse, iğne düştüğünde iğnenin yere çarpmasını rahatlıkla duyabilmektedir. Bu tür tasarımlara genellikle *fısıldayan galeri* denir. Tuhaf kesitine karşın, Mormon Tapınağı'nın çok iyi bir akustiği vardır. Diğer bir ünlü fısıldayan galeri ise 1668 yılında inşa edilmiş olan Londra'daki Aziz Paul Katedrali'dir.

## Stüdyoların Akustiği

Önceki bölümde, ne tür donanımın gerektiği ve bu donanımların nasıl kurulduğu bakımından bir MIDI stüdyosunun nasıl kurulduğu hakkında konuşmuştuk. Ancak stüdyonun kendisi ve akustiği hakkında çok az şey söyledik. Küçük bir stüdyonun akustik problemleri, büyük konser salonlarınınkilerden çok farklıdır.

Profesyonel bir ses stüdyosunu kısaca ele alarak başlayalım. Gördüğümüz üzere, müziğin kaydında yansışım süreleri önemlidir ve büyük bir salonun ideal yansışım süresi 1,7 saniye civarındadır. Bu sebeple çoğu profesyonel kayıtlar 1960'lardan önce büyük salonlarda yapılmıştır. Ancak yansışım ve eko efektlerinin (ve diğer efektlerin) miksaj sırasında kayda eklenebildiği tekniklerin geliştirilmesinden sonra stüdyolar önemli ölçüde değişti. Şimdilerde tipik bir profesyonel stüdyo birçok odadan meydana gelmektedir. Vokalistler ve çalgıcılar icralarını "stüdyo" olarak adlandırılan oda içinde gerçekleştirirler. Bu oda, "kontrol odası" denilen ve sesin kaydedilmesi, yönlendirilmesi ve işlenmesi için gerekli olan donanımları barındıran odadan yalıtılmıştır. Çoğu stüdyoda ayrıca özellikle davullar ve elektrogitarlar gibi yüksek sesli çalgılar için "yalıtım kabinleri" bulunmaktadır. Ayrıca kimi zaman başka odalar da kullanılmaktadır.

Şimdi kendi kayıtlarını yapmayı tercih eden amatör veya hatta profesyonel müzisyenler tarafından kullanılabilecek olan küçük stüdyoya geri dönelim. Küçük bir stüdyo veya bir ev stüdyosu genellikle tek bir odadır. Bir ev stüdyosunun kurulumundaki ilk seçim, oda seçimidir. Aşağıda göreceğimiz gibi, yansışımın konser salonlarındaki kadar önemli bir rol oynamamasına karşın, oda akustiği önemlidir.

Bodrum katta veya cadde gürültüsünden uzak, mümkün olduğunca sessiz bir oda seçmelisiniz.

Bir sonraki önemli konu, ses yalıtımıdır. Sadece odayı dışarıdan gelen seslere karşı yalıtmak için değil, aynı zamanda komşularınızı fazlaca rahatsız etmemek de için de bu iyi bir fikirdir. Günümüzde kullanılan yakın mikrofonlama teknikleri arka plan gürültüsünü pek almıyor olsa da ses yalıtımı ses kaydı için yine de önemlidir. Bu, kablo ile bağlanan klavye veya gitar gibi elektronik çalgıların kaydı için o kadar önemli değildir.

Odada ses yalıtımı sağlama için odadaki ana ses sızıntılarını önlemeniz gerekir. Kapı ve pencereler etrafındaki sızıntılardan başlamak iyi bir fikirdir. Bunun için kauçuk ısı yalıtım fitilleri veya bantları kullanılabilir. Kapının içi boş ise içi dolu bir kapıyla değiştirilebilir veya içine paneller yerleştirilebilir. Pencerelere veya kapılara asılacak kalın perdelerin sesi azaltmada genellikle dikkate değer faydaları vardır. Son olarak prizler ve havalandırma çıkışları da kaplanmalıdır.

Yansışım burada o kadar önemli değildir ancak konser salonlarındakinden daha kısa olmalıdır. Odanızda yer alacak olan hoparlörlerden gelen müzik için bir saniye civarındaki bir yansışım süresi genellikle yeterli olacaktır. Bir konuşmacıyı kaydetmek için bu süre bir saniyenin yarısı kadar kısa olabilir.

Ev stüdyolarındaki temel problemlerden biri, duran dalgalardır. Bunlara paralel duvarlar neden olur ve tabii ki üç çift paralel duvarımız mevcuttur (iki çift duvar ve tavan ile zemin). Akustik dalgalar bu paralel yüzeylerden ileri geri yansır ve biri diğeriyle karşılaşırken duran dalgalar meydana gelebilir. Ancak biz, bunun

olma olasılığı olan frekansları hesaplayabilmekteyiz. $v = \lambda f$ formülünü, sesin bilinen hızıyla (340 m/s veya 1130 ft/s) birlikte kullanarak şunu yazabiliriz:

$f$ = 1,130/2L,

burada f etkilenen frekans, L paralel duvarlar arasındaki mesafe ve 1,130 ft/s cinsinden ses hızıdır. Birbirinden 30 feet (9 metre) uzaklıkta iki duvarı ele alalım,

$f$ = 1,130/2(30) = 28,2 Hz.

En ciddi sorunların alçak frekanslarda olacağı açıkça görülüyor. Bir oda içindeki temel mesafelerden biri zeminden tavana olan mesafedir. Bu genellikle 2,5 metredir ve bu durumda etkilenen frekans 70 Hz olur. Bu büyük bir sorun gibi durmasa da bu frekansların integral katları da duran dalgalar meydana getirebilir. Aralarında altı metre mesafe bulunan duvarlar olması durumunda, 56, 84 ve 112 Hz (ve bu şekilde devam eden) frekansları da soruna sebep olabilir.

Duran dalgalardan kurtulmanın iki yolu vardır. Bunlardan biri *emiciler*, diğeri ise *dağıtıcılar* kullanmaktadır. Bu bölümün başlarında emicileri gayet ayrıntılı biçimde ele almıştık. Kuşkusuz, enerjinin çoğunun duvar tarafından soğurulması durumunda duran dalgalar bir sorun olmayacaktır. Emiciler genellikle üzerinde oluklar veya kimi motifler olan köpüklerden yapılır. Fiberglas yalıtım da iyi bir emilim sağlar. Ancak duvarları tümüyle emici malzeme ile doldurmak iyi bir fikir değildir çünkü bu, odayı çok "kuru" hale getirir. Diğer yandan dağıtıcılar, enerjiyi dağıtır veya yayar; dağıtıcılar duran dalgaları önlemekle kalmaz, aynı zamanda stüdyo içinde "ölü noktaların" giderilmesine de yardım eder. Dağıtıcıların yüzeyleri piramit veya kafes şekilli olup, ses dalgalarını pek çok farklı yöne yansıtır.

Duran dalgalarla ilgili başka bir sorun ise *faz girişimidir*. Eğer ses dalgaları belli bir noktaya faz dışı varırsa belli frekanslar kuvvetlenirken diğerleri iptal olacak veya zayıflayacaktır. Bu tür bir girişim genellikle hoparlörün yeri değiştirilerek dengelenir. Ana yansımaların nerede olduğunu bulun ve bunu girişimi durdurmak

için kullanın. Aslında bu bize hoparlörlerin oda içinde nereye yerleştirilmesi gerektiğini söyler. Optimum performans için hoparlörlerin birbirinden yaklaşık 2,5 metre uzağa ve dinleyiciden de genellikle yaklaşık aynı mesafedeki bir uzaklığa yerleştirilmesi gerekir. Hoparlörlerin duvarlardan eşit mesafede bir uzaklığa duvara çok yakın olmayacak şekilde yerleştirilmesi de ayrıca önemlidir.

Odada çok fazla emici olmasının sorunlara sebep olabileceğini yukarıda belirtmiştim. Emiciler genellikle orta ve yüksek frekansları, alçak frekanslara göre daha iyi soğurmaktadır. Çok fazla emici kullanırsanız, üst frekansları kesebilir ve geriye temel olarak alçak frekans aralığındaki yansımaları bırakabilirsiniz. Aslında çoğu emici sadece 100 Hz'e kadar inebilmektedir; mat üstü halı kaplama 250 Hz aşağılara kadar emebilmektedir, böylece geriye neden alçak frekansların kaldığını anlamak kolaylaşır. Bu frekansları soğurmak için *bas tuzakları* tasarlanmıştır.

Kimi durumlarda (özellikle ses kuru ise) yansıtıcılar da faydalıdır. Bunlar genellikle emicilerden veya dağıtıcılardan daha basittir. Bir kontrplak tabakası iyi bir yansıtıcıdır.

Peki, şimdi kendi stüdyomuzu, akustiği iyi ve spektrum boyunca düz bir frekans yanıtı olacak şekilde nasıl "akort" edebiliriz? En iyi yol, stüdyonuzda *akustik paneller* kullanmaktır. Bunları satın alabilir veya kendiniz yapabilirsiniz; çeşitli ebatlarda mevcuttur (tipik bir panel 60 cm x 180 cm olabilir). Girişimi azaltmaya yardımcı olması için hoparlörlerin yanına veya arkasına iki emici yerleştirin. Od nın karşılıklı iki ucuna yerleştirilen emiciler de kimi zaman fayda sağlar. İdeal bir odada bir emiciler, dağıtıcılar ve yansıtıcılar karması bulunur ve böylelikle hiçbir yüzey çok "ölü" veya "canlı" olmaz. Gerçekten istediğinizi elde etmenin tek yolu denemekten geçer.

# Son Söz

Artık kitabın sonuna geldik, arzu ederseniz neler öğrendiğimizi gözden geçirelim. Bir şeylerden öğrendiğinizi varsayarak konuşuyorum elbette. Öncelikle fizik ve müzik arasında düşündüğünüzden çok daha derine giden bir ilişki olduğunu gördük. Basit bir bakış açısıyla müziğin bir tür ses olması gerçeğini, sesin fiziğin bir dalı olması bilgisiyle birleştirmek bu ilişkiyi tanımlamak için yeterli olsa da söz konusu ilişki bu birleşimden çok daha derine gitmektedir. Ümit ediyorum ki bu durumu, kitabı okurken de fark etmişsinizdir. Eğer ana ilgi alanınız fizikse, müziğin fizik ile bu kadar çeşitli yollardan ilişki kuruyor olması sizi şaşırtmış olabilir. Öte yandan fizik ile sadece sınırlı bir ilişkisi olan bir müzisyenseniz, ümit ederim fiziğin müziğin temelindeki önemli etkisi ile ilgili bir bakış açısı ve bu konuya yoğunlaşmanızı sağlayabilecek bir birikimi kazanmışsınızdır. Bunun yanında, müzik dizilerinin ve akor yapılarının matematiksel bir ilişki içinde hareket ettiğini gördüğümüz için esere matematikle ilgili bilgileri de ekleme ihtiyacı duydum.

Kitaba, ses ve müzik arasındaki bağlantıyı inceleyerek başladık. Özellikle yeğinlik, frekans gibi özelliklerinin yanında sesin bir dal-

ga olması ve bu yüzden dalga özelliklerine sahip olması gibi ayrıntıları da inceledik. Bunun yanında akustik adına önem arz eden ses dalgalarının girişim, yansıma ve kırılma özelliklerini inceledik.

Müzik dizilerinin nasıl tasarlandığını ve bu dizilerin değişik çeşitlerini gördük.

Diyatonik diziye ek olarak müzisyenler açısından ilgi çekici olabilecek olan pentatonik ve blues dizilerini de inceledik. Hatta seslerin bir araya getirilerek akorların oluştuğunu gördük. Değişik akor tiplerini ve akor sıralamalarını tartışırken bu yapıların müzikte neden önemli olduğunu da tartıştık.

Eminim ki kitabı okumadan önce de müziğin rock'n roll, pop, country, caz ve klasik müzik gibi çeşitli türlerde ortaya çıktığını biliyordunuz. 'Ritmin Olmalı: Ritim ve Müziğin Türleri'nde böylesi temel türleri ve farklarını kısaca tartıştım. Umarım sizin favori müzik türünüzü değerlendirme dışı bırakmamışımdır.

Bunun ardından piyano ile başlayarak çeşitli çalgıların incelenmesine odaklandık. Her çalgı için çalışma prensipleri ile başladığımız kısımları, çalgının bazı önemli ustaları ile ilgili bilgiler ile sonlandırdık. Bu incelemede piyano, yaylı çalgılar (özellikle keman), bakır üflemeli çalgılar (trompet ve trombon dâhil) ve ağaç üflemeli çalgılar (klarnet ve saksafon dâhil) yer aldı. Son olarak da insan sesi ile ilgili bir kısım kaleme aldım. Alışıldık anlamda bir çalgı olmasa da insan sesi kesinlikle müzik için merkezi bir rol üstlenmektedir.

Modern müzik son yıllarda giderek daha fazla elektronik hale geliyor ve dolayısıyla kitabımız da elektronik müzik ile ilgili bir kısım olmadan eksik kalmış olurdu. Elektronik müziğin müzik endüstrisi üzerinde son yıllarda çok büyük bir etkisi vardır. MIDI konusu da hem amatör hem de profesyonel olarak bu alanda çalışanlar için özellikle önemlidir.

Kitabı, akustik üzerine hem büyük konser salonları hem de stüdyolar için akustik ölçümlerini nasıl yapabileceğimizi anlatan bir kısım ile bitirdik.

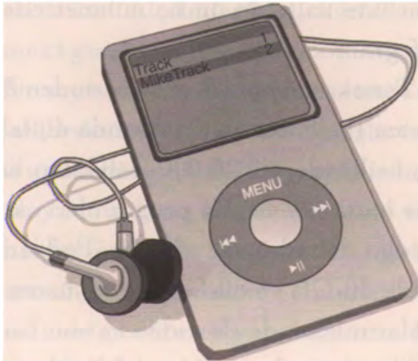
İşte bu kadar. Ama bir saniye! Peki, müzik endüstrisini son yıllarda etkileyen diğer bazı unsurlar ne olacak? Aslında böylesi çok

unsur olmasına rağmen en dikkat çekici ikisi, iPod cihazları ve MP3 dosyalarıdır (ve tabii ki bunların her ikisiyle yakında ilişki halinde olan İnternet'ten de bahsetmem gerekir). Hayır, bunları unutmadım ve önümüzdeki iki küçük kısımda bunlara değineceğim.

## iPod'lar

Tanıdık resmini *Şekil 123*'te gördüğünüz iPod, şimdilerde insanların müzik dinlemelerinin başlıca yollarından biridir. iPod'ların ne denli etkili (ve önemli) hale geldiği konusunda size bir fikir vereyim: 2001 yılındaki tanıtımından benim, bunu yazdığım an itibariyle geçen zamana değin 100 milyon iPod satıldı. Bu küçümsenecek bir rakam değildir. Şu an müziği iPod'dan dinleyen insan sayısı, radyodan dinleyenlerden fazla olabilir.

iPod'lar 2001 yılının Ekim ayında Apple Computer tarafından tanıtılmıştı. İlk başta bunlar da diğer dijital ses çalıcılardan biri olarak görülmüş olabilir fakat herkes için şaşırtıcı olan bunların bin şarkı alabilen 5-GB (gigabyte) kapasitesinde bir sabit diskinin bulunması ve yine de avucunuza sığacak kadar küçük olmasıydı. Cihazı özellikle cazip kılan ise şarkıların "Apple Store" aracılığıyla İnternet üzerinden iTunes adı verilen bir uygulamaya indirilebiliyor olmasıydı. Bu yollarla binlerce şarkı erişilir hale geldi; buna ek olarak şarkılar iPod'a, CD'lerden de aktarılabiliyordu.




**Şekil 123.** Bir iPod

iPod'ların bu tuhaf adı nereden aldıklarını merak ediyor olabilirsiniz. Cihazı pazarlamaktan sorumlu satış elemanlarından biri, bir bilim kurgu hayranıydı ve *2001: A Space Odyssey* filminden bir replik hatırlamıştı. Bu replik "Pod kapısını aç Hal" idi ve *Discovery* uzay gemisindeki bölmelerden birini kastediyordu. Apple, yeni cihazı için "pod" sözcüğünü kurcalamaya karar verdi ve gerisini zaten biliyorsunuz.

İlk iPod'lar günümüzdeki güçlü modellerine kıyasla oyuncak sayılırdı. Şimdilerde cihaz beşinci nesle kadar ilerledi (2007 itibariyle) ve 5 GB'lık bellek 160 GB'a çıktı. Ayrıca en son modelleri sese ek olarak video kapasitesine de sahip ve kimileri İnternet'e de bağlanabiliyor ve şaşırtıcı şekilde (veya teknolojinin günümüzdeki ilerleyişiyle hiç de şaşırtıcı olmayan şekilde) cihazlar eklenen daha fazla özellikle daha güçlü hale gelirken daha da ufalıp hafifliyor. Buna ek olarak, şimdilerde dokunmaya duyarlı tıklama tekeri eklenmiş durumda.

En son iPod'lar MP3, WAV, AAC, AIFF ve daha birçok dosya tipini çalabiliyor. JPEG, BMP, GIF, TIFF ve PNG görüntü dosyalarını görüntüleyebilmekte ve ayrıca H.264, MPEG-4 ve MOV video dosyalarını desteklemektedir. Daha da detaya inersek: 80-GB iPod yaklaşık 20.000 şarkı 100 saate kadar video ve 25.000 fotoğraf depolayabilmektedir. Sabit diski çeşitli tipteki verileri tutabilmekte ve bu disklere çok sayıda oyun indirilebilmektedir. Tüm bunlarla birlikte kalınlığı on üç milimetreden az ve ağırlığı da okkalı bir 155 gram.

Kullanıcılar, iTunes ve Apple Store üzerinden 3,5 milyon şarkı; on binlerce podcast (belli konular hakkında dijital dosyalar, çoğu ücretsiz); 3000 müzik videosu; 20.000 sesli kitap; sayısız bilgisayar oyunu; filmler ve hatta televizyon programları satın alabiliyorlar. Bu özelliklerin çoğu daha büyük videolu iPod'lar için de geçerlidir; şu an piyasada 30-GB ve 80-GB olmak üzere iki videolu model mevcut. Bunların ikisinde de video ekranı var fakat ekransız daha küçük iPod'lar da satılıyor. Bu modellerden ikisi ise Nano (8 GB) ve Shuffle'dır (1 GB).

Şimdi kısaca iPod'un ana parçalarına bakalım. (Özellikler elbette modele bağlı olarak farklılıklar göstermektedir). Bunlar aşağıdaki gibidir:

- *Sabit disk,* büyük modellerde 80 GB kadar kapasitesi mevcuttur.
- *Batarya,* şarj edilebilir bir lityum iyon bataryasıdır. Adından da anlaşılacağı üzere bu bataryalar lityum iyonları (yükleri) kullanmaktadır. Lityum en hafif metaldir ve yüksek düzeyde elektro-kimyasal potansiyeli vardır (elektro-kimyasal akışkan içindeki voltaj farkı) ki bu da bataryalar için idealdir. Kararsız bir element olduğundan lityumun kendisi kullanılamaz.
- *Ekran,* 2.5-inçlik LCD ekran. LCD ekranlar saatlerde ve küçük bilgisayarlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar, arasında sıvı kristal çözelti bulunan, polarize malzemeden yapılma iki levhadan meydana gelir. Sıvı içinden elektriksel akımın geçmesiyle kristaller hizalanarak görüntünün oluşmasını sağlar.
- *Tıklama tekeri,* dokunmaya duyarlı, içinde gömme bir elektriksel ızgaranın ve mekanik tuşların yer aldığı plastik bir yuvarlaktır.
- *Mikroişlemci,* sistemi kontrol eden bir CPU (merkezi işlemci birimi) içeren silikon bir çiptir.
- Bir *video çipi,* videoyu kontrol eder.
- Bir *audio çipi,* sesi kontrol eder.

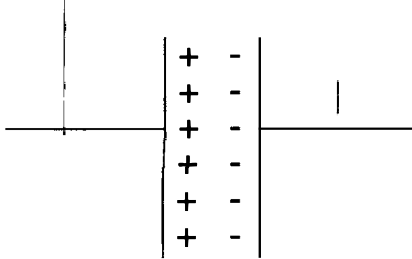
iPod'un en harika özelliklerinden biri, dokunmaya duyarlı tıklama tekeridir. Komut girişi için iki yol sunar: Parmağınızı teker boyunca gezdirebilir veya tekerin dış halkası altında ve ortasında yer alan tuşlara basabilirsiniz. Teker altında şu işlevleri sağlayan dört tuş bulunmaktadır: Menü, geri, ileri, oynat/durdur.

Dokunmaya duyarlı tıklama tekeri işlevi, ses seviyesini ayarlamanıza, çeşitli listeler arasında gezinmenize, şarkılar içinde hızlı ileri veya geri sarmanıza imkân tanır ve bunların tümünü parmağınızı tekerin etrafında gezdirerek yapabilirsiniz. Peki, ama bu nasıl çalışır? Tekerin plastik kaplamasının içine gömülü olan ve içinde metal kanallar bulunan bir katman vardır. Bu kanallar iletken

bir ızgara meydana getirdiğinden bir *grafik* gibidirler ve böylece teker üzerindeki her konumun bir *adresi* olur. Algılama, kapasitans denilen bir olgu aracılığıyla gerçekleşir.

Muhtemelen elektrik sistemlerindeki kapasitörlere aşinasınızdır (kondansatör de denir); bunlar elektriksel yük depolar. Basit bir bakış açısıyla birinden diğerinde doğrudan hiçbir yükün geçemeyeceği şekilde birbirinden ayrı duran elektriksel olarak iletken iki levhadır; *Şekil 124* bunun basit bir temsilini gösteriyor. Levhaların her birine bağlı bir tel bulunmaktadır (böylece bir elektrik devresinin bir parçasını oluşturur). Devre içinde akan elektrik yükü (diyelim ki negatif yük) levhalardan birinde birikir ve diğer levhadaki karşıt tipteki (pozitif) yükü çeker. Bir AC devresinde akım sürekli olarak değiştiğinden bu değişimin etkisi yükler aracılığıyla levha üzerinden aktarılır.

Tıklama tekerinde sizin parmağınız bu levhalardan biri gibidir. Plastiğin yüzeyine dokunduğunda hemen altındaki ızgara bölümüyle bir kapasitör meydana getirir. Akım, devreyi tamamlamak üzere parmağınıza akmak ister ancak (bir yalıtkan olan) levha tarafından durdurulur. Bundan dolayı elektriksel ızgaranın parmağınızın hemen altındaki noktasında küçük bir yük birikir ve bu cihaza parmağınızın nerede olduğunu söyler. Ayrıca siz, parmağınızı hareket ettirirken cihaz içindeki bir kontrolör, kapasitansı veya *kapasitans içindeki yükü* ölçer ve iPod'un mikroişlemcisine parmağınızın ne yapmakta olduğunu söyleyen bir sinyal gönderir. Mikroişlemci mesajı aldığında sizin belirmiş olduğunuz eylemi yerine getirir (örneğin, sesi arttır veya bir liste yarat).



**Şekil 124.** Bir kapasitörün basit bir temsili.

## MP3 Dosyaları

MP3, hiç kuşkusuz geçtiğimiz yıllar içinde pek çok kez duyduğunuz teknik bir sözcüktür ve iPod'la ilgili olarak da önemlidir çünkü iPod, müziği MP3 biçiminde işlemektedir. Bunun ne olduğunu açıklamak için gelin çeşitli tipteki bilgisayar dosyalarına kısaca bir göz atalım. Bir müzik veya ses dosyası, bilgisayar üzerindeki başka türdeki herhangi bir dosyadan çok da farklı değildir. Temel olarak bu, bir dijital komuta ait tüm sıfırların ve birlerin sabit disk üzerinde ne şekilde depolanacağını tanımlayan belli bir kurallar setine uyan bir dijital veri dosyasıdır. Bu kural setine, "biçim" (format) denir. MIDI dosya biçimine geçen bölümde değinmiştik. MIDI dosyalarına ek olarak WAV dosyalarını, AIFF dosyalarını ve diğer pek çoklarını da kapsayan başka ses dosyaları da mevcuttur. Bunlar "sıkıştırılmamış" ses dosyası biçimleri olarak anılır.

Şimdi, WAV veya AIFF biçiminde veya CD üzerinde bir şarkınızın olduğunu varsayın ve bunu İnternet'ten indirmeye (veya İnternet'e yüklemeye) çalışıyorsunuz. Bunu yapmak muhtemelen bir saat veya daha fazla zaman (muhtemelen çok daha fazla) alacaktır. O yüzden, bir düzine şarkı indirmek istediğinizde ciddi bir sorunla karşı karşıyasınız demektir. Aslında çok az insanın bunu bekleyecek sabrı olabilir. 1979 yılında, bu sorunu aşmanın bir yolu Almanya ve Birleşik Devletler'deki mühendisler tarafından hemen hemen aynı zamanlarda keşfedildi. Anafikirleri müziği "sıkıştırmak"tı. Bu sıkıştırmanın yaptığı şey, normal insanın duyma aralığı dışındaki ses kısımlarını ses izinden çıkarmaktır. Gerçekte sıkıştırma işlemi, genel olarak müziğin duyulmayacak (çoğu insan tarafından) kısımlarını atıp, kalan kısmı kaydetmektir. Sonuçta ortaya çıkan dosya MP3 dosyasıdır. O yüzden sıkıştırılmamış dosya biçimine sahip normal bir CD'nin (veya WAV ya da AIFF dosyasının) İnternet'ten indirilmesi dört saat sürerken, MP3 biçimindeki müziğin indirilmesi sadece birkaç dakika sürer.

Bunun bariz dezavantajı, kayıttaki "ses niteliğinin" bir kısmının yitirilmesi ve ortaya çıkan müziğin orijinal CD'den geldiği kadar

iyi olmayışıdır. Fakat çoğu durumda fark bayağı azdır. MP3 sürümünü, iyi bir hi-fi sette çalınan CD sürümüyle kıyasladığınızda farkı ancak ayırt edersiniz. Fakat İnternet'ten müzik indiren çoğu insan indirilen müziği, çıkarılmış olan kısmı yansıtma kapasitesinde olmayan sistemlerden dinlediğinden onlara her ikisi de hemen hemen aynı gelir.

Bir kaydı MP3 dosya biçimine dönüştürmek için elbette MP3 kodlayıcı bir yazılıma ihtiyacınız vardır. Bu amaç doğrultusunda çok sayıda program mevcuttur. Bu yazılıma bazen *dönüştürme motoru* denir. Çok sayıda olduğundan farklı tüm sistemleri açıklamaya girişmeyeceğim. Bir kayıt MP3 biçimine dönüştürüldüğünde, onu İnternet'e koyabilirsiniz (veya İnternet'ten alabilirsiniz). MP3 dosyalarının küçük boyutta oluşları son yıllarda İnternet üzerinden müzik "paylaşımının" nimeti –müzik şirketleri içinse daha çok dehşeti– olmuştur.

iPodlar ve MP3 dosyaları hakkındaki bu kısa tartışma bizi müzik dünyası ve onun fiziği bakımından günümüze getirmiştir. Hiç kuşku yok ki önümüzdeki on yıllar içinde pek çok başka buluş göreceğiz ve birileri müziğin genişleyen coğrafyasını araştıran yeni bir kitap daha yazacak.

# ÖNERİLEN KAYNAKLAR


**Kitaplar**

Askill, John. *Physics of Musical Sounds*. New York: Van Nostrand, 1979.

Boyd, Bill. *Jazz Keyboard Basics*. Milwaukee: Hal Leonard, 1996.

Burrows, *Terry. Total Keyboard*. New York: Sterling, 2000.

Cook, Perry. *Music, Cognition, and Computerized Sound*. Cambridge: MIT Press, 1999.

Esterowitz, Michael. *How to Play from a Fakebook*. Katonah, NY: Ekay Music, 1986.

Hall, Donald. *Musical Acoustics*. Pacific Grove, CA: Wadsworth/Brookes/Cole, 2002.

Hutchins, Carleen, ed. Introduction. The Physics of Music. San Francisco: Freeman, 1978.

Johnson, Ian. Measured Tones. London: Institute of Physics Publishing, 2002.

Milstead, Ben. Home Recording Power. Cincinnati: Muska and Lipman, 2001.

Morgan, Joseph. The Physical Basis of Musical Sounds. Huntington: Krieger, 1980.

Olson, Harry. Music, Physics and Engineering. New York: Dover Publications, 1967.

Rigden, John. Physics and the Sound of Music. New York: Wiley, 1977

Roederer, Juan. Physics and Psychophysics of Music. New York: Springer-Verlag, 1995.

Strong, Jeff. Home Recording for Musicians for Dummies. New York: Hungry Minds, 2002.

White, Harvey, and White, Donald. Physics and Music. Philadelphia: Saunders, 1980.

Wood, Alexander. The Physics of Music. London: Methuen, 1962.

**İnternet Siteleri**

Answers.com. www.answers.com. Calvert, James B. "Waves, Acoustics and Vibrations." Dr. James B. Calvert.

http://mysite.du.edu/~jcalvert/index.htm.

"Electronics Channel." Howstuffworks. http://electronics.howstuffworks.com.

Elsea, Peter. UCSC Electronic Music Studios. http://arts.ucsc.edu/ems/music. Furstner, Michael. "Jazz Scales Lesson." Michael Furstner's Jazclass.

www.jazclass.aust.com/scales/scamaj.htm. 2002.

Georgia State University. "Sundberg's Singing Formant." HyperPhysics.

http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/Hbase/music/singfor.html.

Global Bass Magazine. www.globalbass.com.

Henderson, Tom. "Sound Waves and Music." The Physics Classroom.

www.physicsclassroom.com/Class/sound.

"Music." Wikipedia. http://en.wikipedia.org/wiki/music.

Sundberg, Johan. "The Acoustics of the Singing Voice." ESR Acoustics.

www.zainea.com/voices.htm. March 1977.

Themusicpage.org. http://themusicpage.org.

The Violin Site: Resources for Violinists. www.theviolinsite.com.

Winer, Ethan. "Acoustic Treatment and Design for Recording Studios and Listening Rooms." Ethanwiner.com. www.ethanwiner.com/acoustics.html. December 2, 2008.

# Dizin

Klavsenin tınısı piyanonunkinden neden farklıdır? Hatta bir piyanodaki orta Do ile bir akort çatalındaki, bir trombondaki veya bir flütteki orta Do birbirlerinden neden farklıdır? *Güçlü Titreşimler, Müziğin Fiziği*'nde anlaşılmaz fizik kuramları ve matematiksel ifadelerle yazılmış bir metin değil, günlük yaşamdan örneklerle müziğin her yönüne değinen bir fizikçinin sohbetini bulacaksınız. Ses ve ses dalgaları, müziğin yapı taşları, çalgılar, yeni teknolojiler ve akustik olarak dört ana başlık altında yazılmış bu kitap, farklı altyapı ve ilgi alanlarına sahip her tür okuyucunun zevkle okuyacağı ve faydalanacağı bir kaynak niteliğinde.

Prof. Barry Parker, müzik tarihini, müzik türlerini, ses dizileri kuramlarını, kompozisyon ve doğaçlama tekniklerini, salon ve stüdyo akustiğini, müzik kayıt ve üretim tekniklerini ve piyano çalmayı bilen bir fizikçi ve bir müzik aşığı. 24'ten fazla kitabı olan Prof. Barry Parker 30 yılı aşkın süredir Idaho Devlet Üniversitesi'nde fizik ve astronomi öğretiyor.






ISBN 978-975-403-986-3






Fiyatı: ₺12 (KDV dahil)

Basılı fiyatından farklı satılamaz.